

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. Andreas Neff
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,
Standort Marburg

**Klinische Studie zur Untersuchung einer möglichen kausalen Beziehung von
Ästhetik und Funktion der Nase bei Spaltpatienten**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
dem Fachbereich Medizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von
Dorothea Charlotte Künzel
aus Wiesbaden

Marburg an der Lahn, 2014

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

am: 24.06.2014

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Herr Prof. Dr. Dr. Andreas Neff

1. Korreferent: Herr Prof. Dr. U. Lotzmann

1.	Einleitung und Zielsetzung	1
2.	Grundlagen	3
2.1.	Literaturübersicht zum Thema	3
2.2.	Die Anatomie der einseitigen Spalte	8
2.3.	Die Anatomie der beidseitigen Spalte	9
2.4.	Anatomische und physiologische Grundlagen der Nasenatmung	10
2.5.	Anatomische und physiologische Grundlagen der Bildung von Stimme und Sprache	14
2.5.1	Stimme	16
2.5.2.	Sprache	17
2.6.	Rhinomanometrie	19
2.7.	Pneumotachygraphie	21
2.8.	Fotometrie	22
3.	Material und Methode	26
3.1.	Probanden	26
3.1.1.	Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten	26
3.1.2	Gesunde Kontrollgruppe	26
3.2.	Rhinomanometrische Messungen	27
3.3.	Pneumotachygraphische Messungen	28
3.4.	Fotometrische Messungen	31
3.5	Fragebögen zur Selbstbeurteilung	33
4.	Ergebnisse	35
4.1.	Rhinomanometrie	35
4.2.	Pneumotachygraphie	39
4.3.	Fotometrie	44
4.4.	Fragebögen	52
5.	Diskussion	60
5.1.	Methode	60
5.1.1.	Probandenauswahl	61
5.1.2	Messverfahren	61

5.2.	Ergebnisse	63
5.3.	Folgerungen für die medizinische Betreuung von LKG-Patienten	71
6.	Zusammenfassung	72
7.	Summary	74
8.	Literaturverzeichnis	76
9.	Anhang	88

1. Einleitung und Zielsetzung

„Form follows function“ [SULLIVAN 1896:111]. Dieser Satz, der das Bauwesen ab 1896 prägte, ist im Wesentlichen auch auf die Anatomie des menschlichen Körpers übertragbar. So nimmt man an, es liege die Anatomie der Funktion des jeweiligen Organs zugrunde. Aber ist dieses Prinzip auch in umgekehrter Weise auslegbar? Ändert sich die Funktion, wenn beispielsweise die Anatomie eines Körperteils nicht seinem physiologischen Vorbild entspricht?

Kinder, die mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (LKG-Spalten) zur Welt kommen, haben einen nicht-physiologischen Aufbau von Lippen, Nasen-, Mund- und Rachenraum. Diese Form der kongenitalen Fehlbildungen ist in Europa mit einer Vorkommensrate von 1:500 [ESSIG et al. 2012:60, IDEBERG 1989:40, JENSEN et al. 1989:42] eine der häufigsten. Lippen- und Lippenkieferspalten, also Spalten des primären Gaumens, entstehen in der sechsten Schwangerschaftswoche, wenn es zur Bildung der primitiven Nase und des Zwischenkiefers kommt. Verschmelzen in der weiteren Folge Gesichtswülste und Oberkieferwülste nicht, entstehen Spalten des sekundären Gaumens, also Spalten des weichen und gegebenenfalls harten Gaumens. Die Ätiologie ist nach heutigem Forschungsstand multifaktoriell bedingt [ESSIG et al. 2012:57]. Sowohl genetische als auch teratogene Faktoren (z.B. Stress, ionisierende Strahlen, Mangelernährung, z. B. Folsäuremangel [SCHÖNE 2013:80] etc.) können hierbei eine Rolle spielen, wobei der Zeitpunkt der Schädigung über den Schweregrad und das Erscheinungsbild entscheidet. Die erbliche Komponente beträgt 15-33%. [CONINCK et al. 1989:53, FOGH-ANDERSEN 1964: 44] In der aktuellen Literatur geht man von einer additiven Polygenie mit Schwellenwerteffekt aus. Dies bedeutet, dass es ab einer bestimmten Anzahl disponierender Gene zum Auftreten einer Fehlbildung kommen kann [ESSIG et al. 2012:58-59].

Die mit den LKG-Spalten einhergehenden Dysfunktionen von Lippen, Zunge, Gaumen und Nase können durch operative Korrekturen nicht immer vollständig behoben werden. Oftmals entstehen durch die aus den chirurgischen Therapien resultierenden Narben sekundäre Probleme, wie zum Beispiel Wachstumshemmungen des Mittelgesichts und daraus resultierende Asymmetrien an innerer und äußerer Nase sowie Lippen, Kieferkämmen und den darin liegenden Zähnen [VERWOERD et al. 1995:47]. Daher sollten Operationen möglichst atraumatisch durchgeführt werden [KOKEMÜLLER et al. 2012:70]. Fehlinserktionen sowohl der mimischen als auch der Gaumenmuskulatur

führen nicht immer nur dazu, dass ein Vorgang wie zum Beispiel das Schlucken oder Sprechen erschwert wird, sondern auch, dass von den Kindern pathologische Kompensationsmechanismen (z.B. laryngeale und pharyngeale Lautbildung anstelle des physiologischen tongue tip behaviour) angewandt werden [HORCH 2007:465, PAMPLONA et al. 2000:81]. Diese einmal erworbenen Fehlmuster sind durch operative oder logopädische Maßnahmen oftmals nur schwer zu beheben [CHAPMAN 1993:64, ISSHIKI et al. 1968:309, PAMPLONA et al. 2000:82]. Hinzu kommt der Einfluss der Fehlbildungen auf die psychische Entwicklung, da „...zwei wesentliche Ausdrucksmittel der Kommunikation, Gesicht und Sprache, betroffen sind“ [HORCH 2007:464]. In wie fern ein Kind durch diese Anomalien sowohl psychisch als auch physisch betroffen ist, kann individuell verschieden sein. Auch der Bereich, in dem die Behinderung zum Tragen kommt, kann variieren. So treten beispielsweise Behinderungen der Nasenatmung oder Hör-, Sprach- und Sprechstörungen in unterschiedlichen Schweregraden auf. Die Therapiekonzepte bei Patienten mit LKG-Spalten zielen auf eine möglichst vollständige funktionelle und ästhetische Rehabilitation ab. Um dies zu erreichen, müssen eine gute Sprechfunktion, ein günstiges Oberkieferwachstum und eine normale Gesichtsschädelentwicklung möglich gemacht werden.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit war es herauszufinden, ob der Schweregrad der Behinderung beim Sprechen und bei der Nasenatmung mit dem Ausmaß der anatomischen Abweichungen und den subjektiven Bewertungen der Patienten korreliert, ob also die *Funktion* auch der *Form* folgen kann. Dies wurde mit den für einschlägige Untersuchungen üblichen Methoden der Fotografie, Rhinomanometrie und Pneumotachygraphie überprüft. Da man davon ausgehen kann, dass bei der Mehrheit der gesunden Kinder ohne LKG-Spalten sowohl die Nasenatmung als auch das Sprechen in aller Regel störungsfrei funktionieren, wurde eine Gruppe gesunder, gleichaltriger Kinder für die Erhebung vergleichbarer Normwerte untersucht. Primäres Ziel war es, mit den erhobenen Daten und dem Vergleich beider Gruppen herauszufinden, ob der Behandler möglicherweise schon durch die Inspektion eines Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte unter Evaluation typischer Formmerkmale Hinweise auf eventuelle Funktionsstörungen und deren Ausmaß finden und diese Erkenntnisse anschließend in das Behandlungskonzept des Patienten einfließen lassen kann. Diese interdisziplinäre Studie hat somit nicht nur eine theoretisch-wissenschaftliche Zielsetzung, sondern soll auch insbesondere Erkenntnisse im Sinne einer Optimierung der Versorgung und Rehabilitation der Patienten liefern.

2. Grundlagen

2.1. Literaturübersicht zum Thema

Studien über die Physiognomie des Menschen und vor allem über die Ästhetik seines Gesichts werden schon früh in der Kulturgeschichte erwähnt. So widmeten sich schon berühmte Philosophen der Antike, wie Heraklit (um 550-480 v. Chr.), Platon (428-347 v. Chr.) und Aristoteles (383-322 v. Chr.) der Analyse der menschlichen Proportionen [PANOFSKY 1974:169-204]. Leonardo Da Vinci (1452-1519) und Albrecht Dürer (1471-1528) führten diese Studien fort, die aber bis dahin nur anhand statischer Zeichnungen stattfanden. „Dabei sollte berücksichtigt werden, dass das menschliche Antlitz keine statische Oberfläche darstellt, sondern Form und Aussehen aufgrund der Aktivität zahlreicher mimischer Muskeln ständig einer Veränderung unterliegen“ [MAIER 2006:14]. Die moderne zeitgenössische Sicht spiegelt sich in der Erkenntnis von HOLTKAMP et al. 1999 [35-48], die von MAIER [2006:16] wie folgt zusammengefasst wird: „Das postoperative ästhetische Ergebnis ist dabei entscheidend vom Verhalten der Weichteile, also der Mimik, abhängig, das im Gegensatz zu den skelettalen Veränderungen bisher nur schwer vorhergesagt werden kann, da Prognoseverfahren in aller Regel auf den Ergebnissen einer statischen Analyse beruhen.“

Nach CANUT [1995:205] ist für die Schönheit des menschlichen Gesichts entscheidend, ob die drei hervorstechenden Profilmerkmale Nase, Lippe und Kinn weitgehend ausgewogen sind. ANASTASSOV et al. [1998:416] bejahen dies und erweitern die Aussage noch, indem sie auch den Einfluss der Nasenästhetik auf das Selbstbewusstsein des Patienten beziehen: „The nose is not only used for breathing and smelling, but also has an important role in speech. Its central position also makes it an essential part for the patient's overall aesthetic appeal and self-esteem.“ KARRER [2002:521] beschreibt das „ideale Antlitz“ wie folgt: „Es lagert den Mund um eine mittige Symmetrieachse im unteren Drittel des Gesichts, das bis zum Ansatz der Nase reicht.“ Genau diese Partie des Gesichts stellt die ästhetische und funktionelle „Problemzone“ bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten prä- und postoperativ dar. KANE et al. [2000:1600] sprechen sogar von einer „Stigmatisierung“ durch residuale Deformitäten der Nase.

TOBIASEN und HIEBERT fanden in ihrer Studie von 1994 heraus, dass mit zunehmendem Schweregrad der spaltbedingten Anomalien auch die Unattraktivität des Individuums zunimmt [TOBIASEN und HIEBERT 1994:32], nachdem sie in einer vorausgehenden

Studie eine Zunahme des Schweregrades der Beeinträchtigung bemerkt hatten, wenn Lippe und Nase betroffen waren [TOBIASEN et al. 1991:423]. In diesem Zusammenhang ergänzen JOHNSON und SANDY [2003:243]: „The psychosocial parameters of importance in cleft lip and palate (CLP) care are not clearly established, but they include peer acceptance, social competence, educational achievement, self-esteem, and satisfaction.” Aus diesen Gründen sind die Behandler immer bestrebt, den Patienten eine möglichst ungestörte physische als auch psychische Entwicklung zu ermöglichen. Dabei müssen sie sich oft mit wachstumsbedingten Problemstellungen konfrontiert sehen. Einerseits wird eine frühzeitige Rehabilitation vor allem durch chirurgisches Vorgehen angestrebt, andererseits gerät durch die hierdurch entstehenden Narbenzüge das Wachstum der einzelnen ossären und chondralen Wachstumszonen aus dem Gleichgewicht, was wiederum die faziale Ästhetik negativ beeinflusst [PRECIOUS et al. 2001:668, RAUTIO et al. 2002:268, VERWOERD et al. 1995:46].

Für die objektive Bewertung der Behandlungsergebnisse und somit auch für die Beurteilung der Ästhetik haben sich ab 1940 Fotoaufnahmen etabliert [BURKE und BEARD 1967:769]. Im Gegensatz zur Aussage von HOLTKAMP et al. [1999:35-48] betonen TANNER und WEINER [1949:145,167] die Vorteile der Fotoanalyse, denn „[...] the outlines of a photograph do not move as they are measured, and to the photogrammetric calipers the softest tissue becomes as incompressible as bone. [...] All in all, we can say that there is little difference between the reliabilities of the photogrammetric measurements and their living body analogues ...”. Unter Laborbedingungen wird laut TOBIASEN et al. [1991:423] die spaltbedingte Beeinträchtigung zu einer auf zweidimensionalen Fotografien messbaren Entität.

Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten leiden oftmals an nasalen Obstruktionen [ANASTASSOV et al. 1998:419, COHEN et al. 2009:92, VERWOERD et al. 1995:48], und zwar häufig in einem Maße „[...] that may have significant implications on the quality of life” [COHEN et al. 2003:584]. Um diese ausfindig machen zu können und deren Ausmaße zu bestimmen, wird in vielen Studien die Rhinomanometrie eingesetzt. Zwei Hauptvorteile dieser Methode sind ihre Nichtinvasivität – und damit sicherlich zusammenhängend – häufige Anwendung [CLEMENT und GORDTS 2005:172]. Des Weiteren hat sich eine internationale Standardisierung des Verfahrens ergeben, die einen Datenaustausch ohne Umwege ermöglicht [COLE 1989:312]. Weiterhin gelingt es mit dem Rhinomanometer, Seitenunterschiede des nasalen Flows zu ermitteln [BERMÜLLER et al. 2008:609], die nasale Kapazität in Abhängigkeit von der Körperhaltung zu

untersuchen [ROITHMANN et al. 2005:479] und zwischen mukosalen und chondralen bzw. ossären Luftwiderständen zu differenzieren [BERMÜLLER et al. 2008:605].

Fotometrie und Rhinomanometrie können jeweils für sich allein, aber auch in Kombination angewendet werden. Gerade bei Patienten mit orofazialen Spalten bietet sich die Suche nach Korrelationen zwischen Form und Funktion an und wird von vielen Wissenschaftlern empfohlen oder gar gefordert, da sie im Vergleich, zum Beispiel prä- und postoperativer Daten, eine Form der Qualitätssicherung darstellt [HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:259, HÜMPFNER-HIERL et al. 2009:1863, VERWOERD et al. 1995:50, WERKMEISTER et al. 2000:270]. KANE und Kollegen [2000:1605] argumentieren: „With respect to surgery upon the nose, possible aspects for outcome assessment include morphology, appearance, function, and satisfaction. These aspects can be assessed by anthropometric measurement, photographic scaling, nasometry, and psychological instruments.“ WAHLMANN et al. [1998:154] schlossen „[...] form and function are independent“, was HÜMPFNER-HIERL et al. 2003 bestätigten [HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:254]. Andere Autoren berichteten allerdings, dass durchaus das äußere Erscheinungsbild der Nase und deren Passierbarkeit für die Atemluft eine Beziehung aufzeigen können. In der Fachliteratur wird mehrfach berichtet, dass bei Korrekturen des Gaumens, der Nase und des Pharynx der Luftstrom reduziert werden kann und die Nasenfunktion eingeschränkt wird [COHEN et al. 2009:98, WARREN und DRAKE 1993: 769-779]. CLEMENT und GORDTS schreiben, dass für physiologische nasale Strömungen die korrekte Angliederung des Naseneinganges zur Nasenhöhle wichtig sei. In diesem Falle sei ein Nasolabialwinkel von 90°-100° optimal [CLEMENT und GORDTS 2005: 173]. Kollabierte Nasenflügel können ebenfalls als Hinweise für nasale Obstruktionen angesehen werden [COHEN et al. 2009:94, WERKMEISTER et al. 2000:270], wohingegen eine symmetrische Nasenflügelbasis selten mit einer nasalen Flow-Minderung korreliert [ANASTASSOV et al. 1998:419].

Da die Nase nicht nur beim Atmen, sondern auch beim Sprechvorgang eine Rolle spielt, stellt sich die Frage, ob möglicherweise auch eine Beziehung zwischen Nasenästhetik und Sprache besteht. Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten weisen oftmals eine für diese Fehlbildung typisch nasalierte Sprache auf. RAUCH [2010:17] geht von „[...] einer offensichtlichen Beziehung zwischen organischer Schädigung und gestörter Sprechproduktion“ aus. KUEHN und MOLLER [2000:13] nennen die entsprechenden Charakteristika, die beim Sprechen Informationen über velopharyngeale Probleme beinhalten:

1. Hörbare Luftleckagen bei oralen Verschlusslauten und Frikativen
2. Schwach produzierte Verschlusslaute
3. Ersatz nicht-nasaler (oraler) Konsonanten durch an derselben Stelle gebildete nasale
4. Hypernasale Resonanz

Punkt 1 bedeutet, dass während des Sprechvorgangs ein Luftstrom durch die Nase entweicht, was bei einer regelgerechten Abdichtung des Nasopharynx bei sämtlichen oralen Lauten definitionsgemäß nicht vorkommen darf. MC-DONALD und KOEPP-BAKER [1951:12] schlagen vor, dass der Begriff des nasalen Flows „[...] be restrictively employed to describe the escape of air through the nasal passages when the speaker attempts to produce any sound requiring intra-oral breath pressure such as plosives or fricatives“. Die nasalen Emissionen können mittels eines Pneumotachygraphen gemessen werden [WARREN 1964a:149]. KOHLER [1977:55] bezeichnet diese nichtinvasive Messmethode als äußerst vorteilhaft, denn „je weniger die dabei notwendigen technischen Vorrichtungen in den Körper eingeführt werden müssen, je weniger sie also den zu analysierenden Sprechvorgang selbst beeinträchtigen, d.h. je weiter an der „Oberfläche“ die zu erfassenden Ereignisse ablaufen, desto erfolgreicher und unproblematischer ist die Untersuchungsmethode“. Unter Punkt 2 ist mit dem Adjektiv „schwach“ sehr wahrscheinlich die Tatsache bezeichnet, dass der intraorale Luftdruck in der Verschlussphase nicht so hoch ist wie bei Gesunden.

THOMPSON und HIXON untersuchten 1979 [419] den nasalen Flow während der Phonation mit einem Pneumotachygraphen. Sie kamen zu dem Schluss, dass die zu erwartende klinische Beobachtung beim normalen velopharyngealen Verschluss kein nasaler Flow sei, jedoch: „[...] a small amount of flow should not be interpreted to mean velopharyngeal incompetence“. BAKEN und ORLIKOFF [2010:411] argumentieren, dass es die Pneumotachygraphie durch die leichte Quantifizierbarkeit der Messergebnisse ermöglicht, zwischen einer „guten“, mittelmäßigen“ und „schlechten“ Velopharyngealkompetenz zu unterscheiden. Bei Patienten mit Gaumenspalten kann somit die Sprachqualität auch objektiv beurteilt werden

Nasalität lässt sich aber nicht nur apparativ messen, sondern auch durch einen Hörer beurteilen: „Nasality is a perceptual attribute whose detection requires the judgement of a listener“ [MOLL 1964, zit. n. BAKEN und ORLIKOFF 2010:394]. Laut WARREN [1964b:26] kann ein Hörer eine Nasalität ab einer velopharyngealen Öffnung von über 20 mm² erkennen. Ab einer Öffnungsgröße von mehr als 100mm² wird die Nasalität als „extrem“ wahrgenommen. Daraus lässt sich schließen, dass ab einer Öffnungsgröße von

ca. 20 mm² eine velopharyngeale Insuffizienz vorliegt.

Viele Therapieansätze beinhalten eine regelmäßige Überwachung der Sprechleistung, nicht zuletzt, um die Entwicklung kompensatorischer Pathomechanismen zu verhindern [SCHÖNWEILER et al. 1995:5]. Diese Pathomechanismen können wiederum in umgekehrter Weise eine velopharyngeale Dysfunktion bewirken [ISSHIKI et al. 1968:297, MURTHY et al. 2010:156,157]. CHAPMAN [1993:64] und auch PHILIPS und HARRISON [1969:245] beschreiben beispielsweise, dass Kinder mit orofazialen Spalten, die Frikative nicht regelgerecht erzeugen können, diese mittels eines glottalen Verschlusses (englisch: glottal stop) bilden. Dies wird von CHAPMAN [1993:64] als “substitution process” bezeichnet, der selbst nach sprechverbessernden Operationen oft nur schwer zu beheben ist, da er schon vollständig im Sprechverhalten des Kindes verankert ist [CHAPMAN 1993:64] (siehe zu diesem Thema auch Kapitel 2.5.2). KÜHN und Kollegen [2012:81] schreiben diesbezüglich: „Eine große Gewichtung wird der Überwindung der Substitution durch glottale Stopps beigemessen“. Die Behebung dieser Pathomechanismen kann daher als eine der Standardaufgaben des postoperativen logopädischen Trainings bei Gaumenspalten angesehen werden. Lippen-Kiefer-Gaumenspalten beeinflussen nicht nur die Sprechqualität, sondern auch die Geschwindigkeit, in der die Artikulationsfähigkeit erworben und erweitert wird. „The articulation error patterns of the cleft palate subjects suggest a generalized delay in development“ [PHILIPS und HARRISON 1969:251]. Zwar ist die Sprechentwicklung verzögert, VAN DEMARK et al. [1979:234] fanden jedoch heraus, dass Kinder mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten bis zum Alter von 10 Jahren ihre Sprache deutlich verbessern können und dass auch jenseits dieses Alters, wenn gesunde Kinder ihre artikulatorische Reife bereits erlangt haben, noch leichte Verbesserungen stattfinden können (siehe hierzu auch MEYER et al. 2012 (b):77). Daraus lässt sich schließen, dass „... the relationship between articulation and velopharyngeal valving is far more complex than is often discussed“ [D’ANTONIA und SCHERER 2008:8].

2.2. Die Anatomie der einseitigen Spalte

Orofaziale Spalten können sich in unterschiedlichem Ausmaß darstellen. Die einseitige *partielle* Lippenspalte stellt dabei die mildeste Spaltform dar. Sie ist durch eine Kerbe im Lippenrot mit möglicher Beteiligung des Lippenweißes charakterisiert. Bei der einseitigen *totalen* Lippenspalte ist die Kontinuität der gesamten Lippe bis in den Naseneingangsbereich unterbrochen. Männliche Patienten sind etwa doppelt so oft betroffen wie weibliche [HORCH 2007:452]. Erstreckt sich die Spalte vom Foramen incisivum über die Lippe bis zum Naseneingangsbereich, spricht man von einer totalen Lippen-Kiefer-Spalte. Kommt eine Kontinuitätsstörung des harten und weichen Gaumens hinzu, bezeichnet man diese Fehlbildung als totale Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Sie stellt die komplizierteste Form der einseitigen Spalten dar, da nicht nur Nase und Lippe durch Muskelfehlinsertionen in Symmetrie und Funktion beeinträchtigt sind, sondern auch die Trennung zwischen Nasen- und Rachenraum fehlt. Die Spalte der Oberlippe unterteilt diese in ein kleines und ein größeres Segment. Die Muskulatur des größeren Segments inseriert am Nasensteg, die des kleineren an der Nasenflügelbasis. Die asymmetrischen Muskelzüge bewirken eine Verziehung der

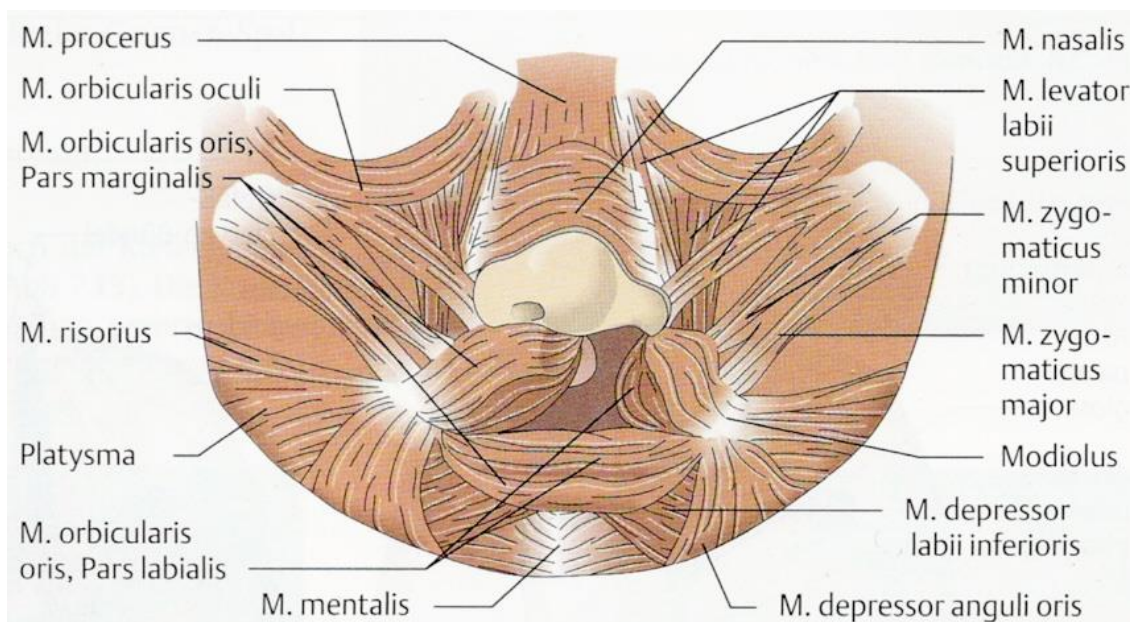


Abbildung 1: Die Anatomie die einseitigen Spalte (SCHWENZER und EHRENFELD 2002, S. 199)

Columellabasis zur Nichtspaltseite und eine Abflachung der Nasenflügelbasis auf der Spaltseite (siehe Abbildung 1). Die Deformation des Alveolarknochens hat eine Deviation des Septums zur gesunden Seite hin zur Folge. Durch die Spalte im Gaumen

fehlt der komplette knöcherne Nasenboden auf der Spaltseite. Septum und Vomer werden zur gesunden Seite hin verdrängt, was eine Symmetriestörung des kompletten Mittelgesichts herbeiführt [HORCH 2007: 452].

2.3. Die Anatomie der beidseitigen Spalte

Die Ausprägungsgrade der doppelseitigen Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten können ähnlich wie die der einseitigen Spalten eingeteilt werden. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass sich zwischen den beiden Spalten im Lippensegment ein Mittelstück mit funktionsloser Muskulatur befindet, da der M. orbicularis oris doppelt unterbrochen ist und in den beiden lateralen Segmenten an der Nasenflügelbasis inseriert (s. Abbildung 2). Dies bewirkt einen relativ symmetrischen Lateralstand der Nasenflügel und eine Aufweitung der Naseneingänge. Ist der Zwischenkiefer mit betroffen, liegt eine beidseitige Lippen-Kiefer-Spalte vor. Der Zwischenkiefer stellt ein separates Segment dar und ist an Vomer und Septum fixiert. Bei Patienten mit doppelseitigen totalen Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten fehlt auf beiden Seiten der komplette knöcherne Nasenboden. Der an Vomer und Septum befestigte Zwischenkiefer kann stark beweglich sein und steht oft aus dem Alveolarbogen heraus. Die Größe des Segments kann mit der Anzahl der Zahnanlagen variieren. Äußerlich kann man den ausgeprägten Nasensteg und die abgeflachte Nasenspitze erkennen. Laut HORCH [2007:454] entsprechen 35% bis 45% der doppelseitigen Spalten dieser Erscheinungsform, wobei männliche Kinder doppelt so oft betroffen sind wie weibliche.

Zu den beidseitigen Spalten wird auch die isolierte Gaumenspalte gezählt. Sie liegt in der Mittellinie des harten und weichen Gaumens und beginnt als totale Spalte am Zwischenkiefer und endet an der Uvula. Im Spaltbereich besteht keine Verbindung zum Vomer. Dieser ist hypoplastisch und dünn ausgebildet. Die Muskelfehlstellungen der am Hartgaumen inserierenden Muskeln bewirken eine Dysfunktion, vor allem des M. levator veli palatini. Die ventrale Begrenzung ist bei schmalen Spalten meist spitz und bei breiten Spalten rund. 60% der Patienten mit dieser Spaltform sind weiblich [HORCH 2007:455].

Submuköse Gaumenspalten treten in der Symptomentrias Uvula bifida, Kerbe am Os palatinum und mittelständiger Muskeldefekt auf [JUNGHEIM et al. 2012:66, KAPLAN 1975:356]. Nasale und orale Schleimhaut sind dabei vollständig intakt. Die Kerbe am

Gaumen kann unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Circa 2% aller Spalten verlaufen submukös [BAGATIN 1985:37], bei 75% der Betroffenen ist von extraoral ein modifizierter Verlauf von Lippenrot und -weiß zu erkennen [KAPLAN 1975:358].

Bei Velumspalten beschränkt sich der Defekt ausschließlich auf die Muskulatur des Gaumensegels. Vollständige Velumspalten beginnen am posterioren Rand des Hartgaumens, unvollständige Spalten durchsetzen nur einen Teil des Velums. Anstatt eine Schlinge zu bilden, sind hier beidseitig die Bäuche des M. levator veli palatini schräg angeordnet und strahlen in den posterioren Rand des Os palatinum ein. Diese Dysfunktion wirkt sich nicht nur negativ auf die Sprachentwicklung, sondern auch auf die Physiologie des Mittelohres aus. Diese und weitere relevante Pathomechanismen werden in den Kapiteln 2.4 und 2.5 näher erläutert.

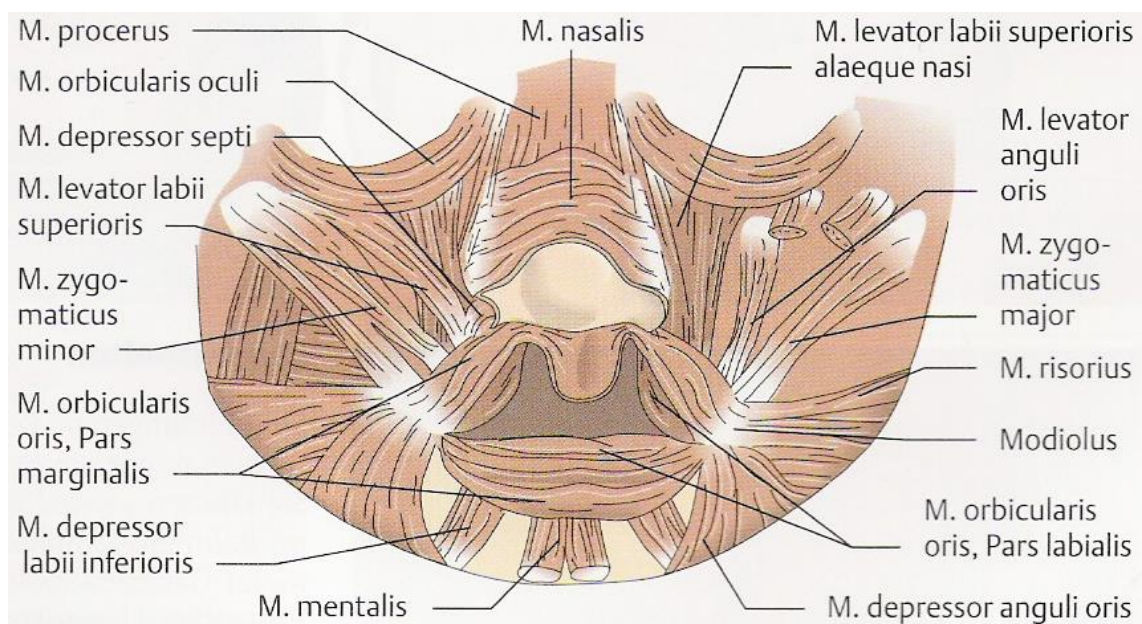


Abbildung 2: Die Anatomie der beidseitigen Spalte (SCHWENZER und EHRENFELD 2002, S.199)

2.4. Anatomische und physiologische Grundlagen der Nasenatmung

Im Folgenden werden in kurzer Form die Grundlagen der Nasenatmung und der Nasenanatomie dargestellt, aus denen sich im Übrigen die in der vorliegenden experimentellen Arbeit benutzten Messmethoden der Rhinomanometrie und Pneumotachygraphie ergeben. Die Nase besteht aus einem knorpeligen und einem knöchernen Skelett (s. Abbildung 3). Das Knochengerüst wird von den Ossa nasalia (Nasenbeine) und dem Stirnfortsatz des Oberkiefers (Processus frontalis maxillae) gebildet. Der knorpelige, bewegliche Anteil (Cartilagines nasi) besteht aus den seitlichen Knorpeln

des Nasenseptums (Processus laterales), den Flügelknorpeln (Cartilagine alares majores) und zusätzlichen kleinen Knorpelschüppchen (Cartilagine alares minores und Cartilagine nasales accessoriae). Am Nasengerüst setzen folgende mimische Gesichtsmuskeln an: M. depressor septi, M. nasalis (pars transversa und pars alaris), M. levator labii superioris alaeque nasi, M. procerus (s. Abbildung 4).

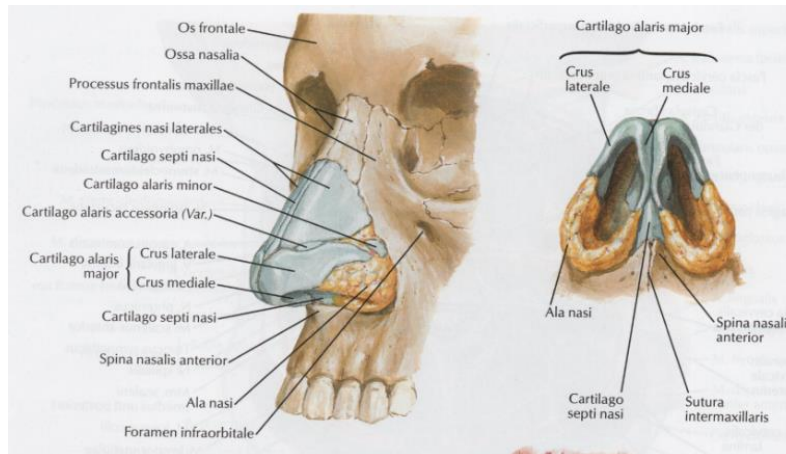


Abbildung 3: Anatomie der knöchernen und knorpeligen Nase (NETTER, F.H.: Atlas der Anatomie des Menschen“, Icon Learning Systems, Teterboro NJ, Dritte Ausgabe 2003, S. 32)

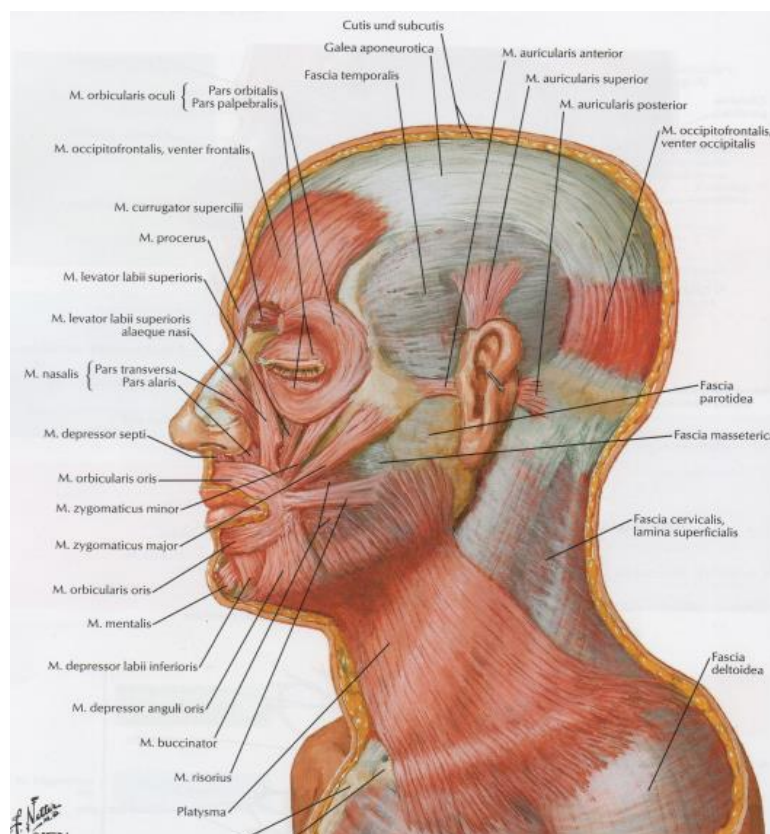


Abbildung 4: Die mimische Muskulatur (NETTER, F.H.: „Atlas der Anatomie des Menschen“, Icon Learning Systems, Teterboro NJ, Dritte Ausgabe 2003, S. 22)

Die Nasenhöhle schließt sich an das Vestibulum nasi an und mündet über die Choanen in die Pars pharyngis. Sie weist die Form einer Pyramide auf, die sich nach unten hin verbreitert und in drei Nasengänge unterteilt ist. Die Trennung geschieht durch die drei Nasenmuscheln (Concha nasalis inferior, media, superior). In den unteren Nasengang (Meatus nasi inferior), dessen Boden vom Gaumendach gebildet wird, mündet der Ductus nasolacrimalis. Der mittlere Nasengang (Meatus nasi medius) beinhaltet die Mündungen des Sinus maxillaris und des Sinus frontalis. Die hinteren Siebbeinzellen münden in den Meatus nasi superior (s. Abbildung 5). In der Medianebene wird die Nase durch das Nasenseptum in eine linke und rechte Hälfte unterteilt. Es besteht aus einem vorderen Knorpelteil zwischen der Lamina perpendicularis und dem Vomer sowie einem hinterem knöchernen Anteil. „Das die knorpelige Nase stützende knorpelige Septum (Cartilago septi nasi) ist für die Höhe der Nasenspitze und zusammen mit den knöchernen Nasenbeinen für die Höhe des Nasenrückens und die Form der äußeren Nase entscheidend (Höckernase, Sattelnase, Schief-nase)“ [BOENNINGHAUS und LENARZ 2007:124].

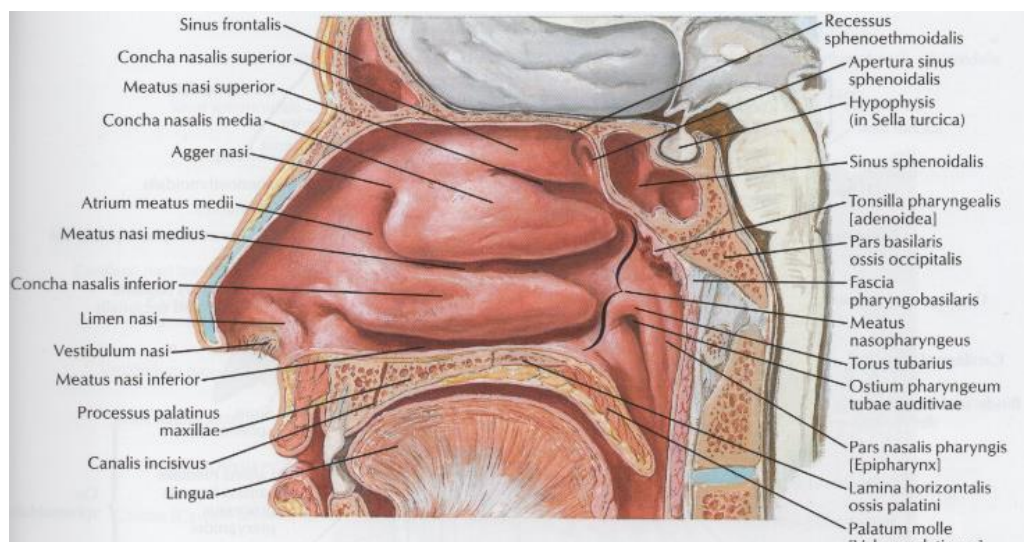


Abbildung 5: Anatomie der Nasenhöhle (NETTER, F.H.: „Atlas der Anatomie des Menschen“, Icon Learning Systems, Teterboro NJ, Dritte Ausgabe 2003, S.33)

Ausgekleidet wird die Nasenhöhle von einem mehrreihigen Flimmerepithel mit Becherzellen, das durch einen Venenkomplex (Plexus cavernosus conchae) an den Ostien der Nasennebenhöhlen eine Schwellkörperfunktion erfüllt. Durch Veränderungen des Schwellungszustandes können diese Ostien erweitert oder verengt werden. Hinzu kommt, dass diese Venenplexus die Atemluft auf 32-34°C erwärmen und damit die Thermoregulation übernehmen. Der Schwellungszustand der Nasenschleimhaut unter-

liegt einer vegetativen Steuerung und einem zirkadianen Rhythmus. Über die Blutversorgung der Plexus und den darüber steuerbaren Nasenwiderstand wird der Atemstrom an den momentanen Luftbedarf und körperlichen Aktivitätszustand angepasst. „Die Widerstandsbildung und ihre Regulation ist Folge der Formbesonderheiten des Nasenlumens. Grob vereinfacht ist das Nasenlumen die Kombination einer Engstelle (Isthmus) mit hohem Widerstand und einem weiten Spaltraum (Cavum) mit geringem Widerstand, beide mit variabler lateraler Wand zur Widerstandsregulierung“ [HÜLSE und BACHMANN 1998:88].

Die Belüftung der Nasenhälften wechselt wie erwähnt in regelmäßigen Abständen (zirkadianer Rhythmus), um eine gleichmäßige Belüftung aller Nasennebenhöhlen und eine Regeneration der Mukosa zu gewährleisten. Der Hauptluftstrom verläuft bei der Inspiration zwischen unterer und mittlerer Nasenmuschel vom Naseneingang zur Choane und passiert anfänglich das „enge, atemphysiologisch wichtige innere Nasenloch an der unteren Kante des Dreieckknorpels“ [BOENNINGHAUS und LENARZ 2007:124]. Bei der Expiration strömt die Luft in Gegenrichtung und etwas tiefer wieder aus der Nase heraus. Während Inspiration und Expiration treten laminare und turbulente Luftströmungen auf. Pure laminare, d.h. völlig verwirbelungsfreie, Strömungen entstehen nur bei sehr geringer Strömungsgeschwindigkeit [CLEMENT und GORDTS 2005:172]. Ab ungefähr 20 cm³/s können Turbulenzen entstehen. Mit zunehmender Volumengeschwindigkeit nehmen dann die Turbulenzen zu und die laminaren Anteile ab [CLEMENT und GORDTS 2005:172]. Diese Turbulenzen sind wichtig für den Austausch zwischen Luft und Mukosa. Funktionen der Nase und von deren Epithel, die durch Strömungsverhältnisse beeinflusst werden, bestehen in der Reinigung der Atemluft durch die sogenannte mukoziliäre Clearance, eine Anfeuchtung der Atemluft durch Wasserverdunstung und die Abgabe von Nasensekreten und dem Schutz des Respirationstraktes durch Nies-, Tränen-, Husten- und Atemreflex. Der Vollständigkeit halber sollen noch die an die Nase angegliederten Nasennebenhöhlen erwähnt werden, die für die Sprachlautbildung als wichtige Resonanzräume fungieren. Dies wird in Kapitel 2.5. erläutert.

„Die Entwicklungsstörungen bei operierten Spaltpatienten beziehen sich vor allem auf das Kieferskelett und sind nach einheitlicher Meinung überwiegend operationsbedingt. [...] Die Funktionsstörungen sind gekennzeichnet durch Behinderung des Lippen-schlusses, der Kaufunktion, der Atmung, der Sprache“ [HORCH 2007:512]. Die Lippen sind oftmals nicht nur funktionell, sondern auch ästhetisch durch auffallende Narben,

Einziehungen oder Verkürzungen sowie fehlendes Lippenrot oder eine ungünstige Form der Cupidobögen und des Philtrums beeinträchtigt; dies kann aber oftmals im Rahmen einer Sekundäroperation bereits im 5. bis 6. Lebensjahr korrigiert werden. Nasenkorrekturen hingegen werden üblicher Weise erst am ausgewachsenen Nasenskelett durchgeführt, da ausgiebige Mobilisationen des knorpeligen Nasengerüsts wegen der zu erwartenden Wachstumsstörungen zu vermeiden sind. Somit waren bei den Patienten der vorliegenden Arbeit, die im Alter von durchschnittlich 11 Jahren untersucht wurden, in der Regel noch keine Sekundäroperationen an der Nase vorgenommen worden. „Bei den einseitigen Spalten stehen Seitenabweichungen von Nasenflügel und Columella, von Nasenspitze und Nasenseptum im Vordergrund, bei den doppelseitigen mehr der kurze häutige Nasensteg und die quer gestellten Naseneingänge. Je ausgeprägter die Spaltbildung ist, desto stärker werden äußere und innere Nase in die Fehlbildung mit einbezogen“ [HORCH 2007:514]. Behinderungen der Nasenatmung entstehen bei Patienten mit orofazialen Spalten meistens durch Septumdeviationen und Nasenlochstenosen. Dadurch wird der Nasenwiderstand oftmals einseitig stark erhöht [SANDHAM und MURRAY 1993:222], unter Umständen bis zu einer völligen Unterbindung des Luftstroms. Um den Ausfall der Nasenatmung zu kompensieren, werden betroffene Kinder oftmals zu sog. Mundatmern. Dies führt häufig zu Infektionen der oberen Atemwege, da beispielsweise eine Erwärmung, Befeuchtung und Reinigung der Atemluft ausbleiben. Außerdem beschrieben CLEMENT und GORDTS, dass bei Septumdeviationen auf der kontralateralen Seite oftmals ungünstige turbulente Strömungen entstehen können, die dazu führen, dass sich leichter Krusten in der Nasenhöhle bilden [CLEMENT und GORDTS 2005:174]. Während an der Deviationsstelle selbst noch eine laminare Strömung vorliegt, bilden sich kurz dahinter langsam strömende Wirbel. Diese führen zu einer Austrocknung der Mukosa und einer somit erhöhten Sedimentation von eingeatmeten Partikeln.

2.5. Anatomische und physiologische Grundlagen der Bildung von Stimme und Sprache

Die Bildung von Stimme und Sprache setzt ein störungsfreies Zusammenspiel der stimmerzeugenden und lautbildenden Komponenten voraus [KÖHLER 1977:46]. Durch die in den Kapiteln 2.2 und 2.3 beschriebenen anatomischen Fehlbildungen kommt es bei Kindern mit orofazialen Spalten oftmals zu typischen Sprech-, Stimm- und auch Sprachstörungen, sowie allgemeinen Verzögerungen in der Sprachentwicklung. Um die

charakteristischen Pathomechanismen bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten verstehen zu können, werden in diesem Kapitel zunächst die physiologischen und anatomischen Grundlagen der Bildung von Stimme und Sprache erläutert. Vorauszuschicken ist, dass in der modernen Physik (Akustik) die Erzeugung der Sprache mit Hilfe der sog. Quelle-Filter-Theorie erklärt wird [BORDEN et al. 1994:90-92, ECHTERNACH et al. 2011:183, REETZ 2003:142]. Hierbei wird der Kehlkopf als ein Tongenerator (Quelle) angesehen, der als Folge der spezifischen Beschaffenheit der Stimmlippen ein sehr obertonreiches Spektrum erzeugt. Über dem Generator befindet sich ein komplexer Resonanzraum, das sog. Ansatzrohr, welches als Filter wirkt, d.h. auf Grund seiner räumlichen Form und Größe sowie speziellen Beschaffenheit der Wandungen Obertöne abschwächen oder verstärken kann, also ebenfalls ein Spektrum erzeugt. Der an den Lippen und Nasenlöchern austretende Sprachschall ist dann das Produkt von Quellen- und Filterspektrum. Je nach Positionierung der einzelnen Sprechwerkzeuge (siehe dazu Abbildung 6), also der Lippen, der verschiedenen Teile der Zunge, des Velums, der Uvula, des Unterkiefers entstehen die jeweiligen Sprachlaute. Für das Thema der vorliegenden Arbeit ist im Hinblick auf die Filterfunktion des Ansatzrohrs die Bedeutung des velopharyngealen Sphinktermechanismus hervorzuheben, durch welche der Nasenraum als *zusätzlicher* Resonator an den Mund-Rachen-Resonator an- bzw. von ihm abgekoppelt wird. Auf diese Weise entstehen nasale, nasalierte und orale Laute (s. dazu weiter unten).

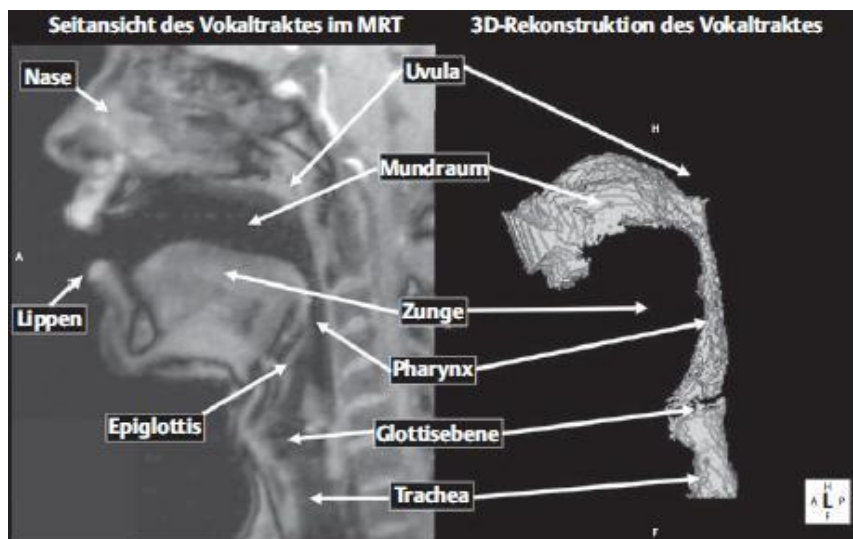


Abbildung 6: Vokaltrakt, Seitenansicht und 3D-Rekonstruktion aus MRT-Untersuchungen mit Bezeichnung der Sprechwerkzeuge (ECHTERNACH et al., "Pathophysiologische Betrachtungen zur Dysphonie durch Erkrankungen im Bereich des Vokaltraktes", Sprache Stimme Gehör 2011:182)

2.5.1. Stimme

Die Stimmtonerzeugung (Phonation) findet im Kehlkopf statt (s. Abbildung 7). Sein Skelett besteht aus mehreren Knorpeln, die über innere Bänder zum Teil gelenkig miteinander verbunden sind. Über einen äußeren Bandapparat ist dieser Komplex zwischen Zungenbein und Luftröhre aufgehängt. Man kann den Kehlkopf in drei vertikale Zonen einteilen: 1. die supraglottische Zone, die sich vom Kehlkopfeingang bis zu den Taschenfalten (plicae vestibulares) erstreckt, 2. die glottische Zone, der eigentliche Ort der Stimmtonerzeugung, in der sich die Stimmlippen befinden und 3. die subglottische Zone, die vom Unterrand der Stimmlippen bis zum trachealen Ansatz des Ringknorpels reicht. Die kraniale Begrenzung des Larynx bildet der Kehldeckel (Epiglottis). Er sitzt am kranialen Rand des Schildknorpels und dient der Trennung von Speise- und Luftweg. Wenn sich der Kehlkopf beim Schlucken hebt, wird der Kehldeckel durch den Zungengrund über den Larynxeingang gedrückt und verschließt diesen. Die kaudale Begrenzung des Larynx wird durch den Ringknorpel (Cartilago cricoidea) gebildet. Er stellt durch das gemeinsame Lig. cricothyroideum die gelenkige Verbindung des Schildknorpels (cartilago thyroidea) zur Trachea dar. Am kranio-dorsalen Rand des Ringknorpels befindet sich die sog. Siegelplatte. Sie ist die Basis für die paarigen Stellknorpel (Cartilagine arytaenoideae).

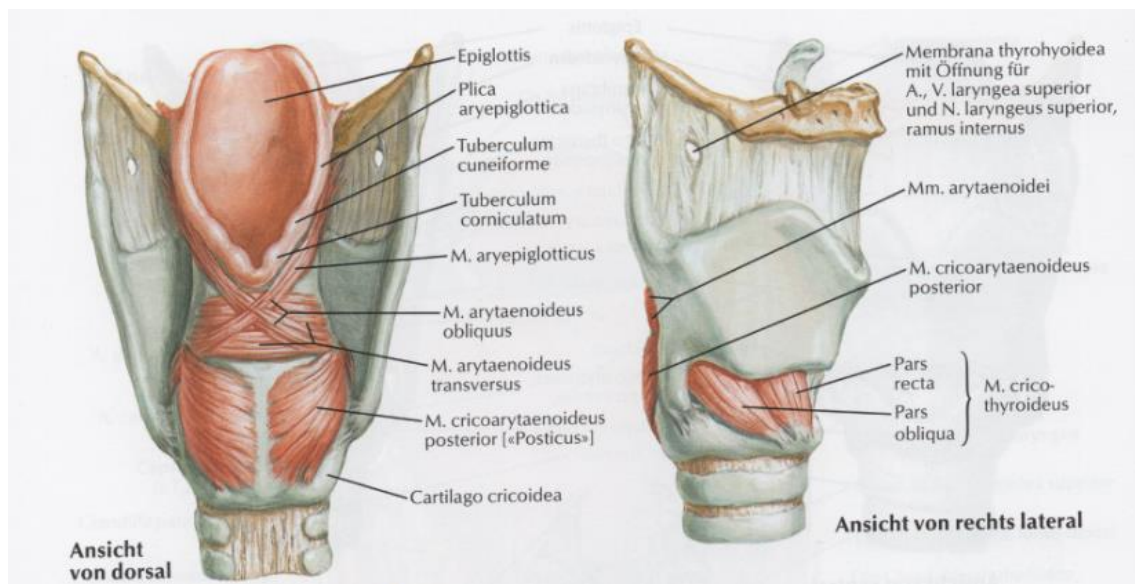


Abbildung 7: Anatomie des Kehlkopfes (NETTER, F.H.: „Atlas der Anatomie des Menschen“, Icon Learning Systems, Teterboro NJ, Dritte Ausgabe 2003, S.73)

Das Kehlkopfinnere wird von Schleimhaut ausgekleidet, die die für die Tonerzeugung wichtigen Stimmfalten (Plicae vocales) bildet. Die Stimmlippen, die im Wesentlichen aus dem M.vocalis bestehen, sind mit ihrem vorderen Ende an der Rückwand des

Schildknorpels und mit ihrem hinteren Ende am Processus vocalis des linken und rechten Arytaenoidknorpels befestigt. Bei der normalen Stimmbildung (d.h. im Brust- bzw. Modalregister) sind die beiden Stimmlippen in voller Länge locker adduziert (sog. Phonationsstellung) und werden durch die aus der Lunge ausströmende Luft in oszillierende Schwingungen versetzt (myoelastisch - aerodynamische Theorie nach Johannes Peter Müller (1840) [BOENNINGHAUS und LENARZ 2007:348, BORDEN et al. 1994:72-73, MÜLLER 1840:135, REETZ 2003:114]. Dabei entsteht der Stimmton (Grundton). Dessen Tonhöhe, akustisch ausgedrückt: die Grundfrequenz, hängt von zahlreichen, hier im Einzelnen nicht im Detail dargestellten Faktoren ab, u.a. von Spannungszustand und anatomischer Beschaffenheit der Stimmlippen, insbesondere ihrer natürlichen sowie durch zahlreiche Justiermöglichkeiten von Muskeln und Knorpeln veränderlichen Länge und Spannung [BORDEN et al. 1994:73, REETZ 2003:119-121]. So erzeugen lange oder schlaffe Stimmlippen einen tiefen, kurze und straffe Stimmlippen einen hohen Ton. Durch das Wachstum des kindlichen Kehlkopfes in der Pubertät werden die Stimmlippen in relativ kurzer Zeit deutlich länger („Stimmbruch“). Dadurch vertieft sich bei Jungen die Stimme um bis zu einer Oktave, bei Mädchen um eine Terz [BOENNINGHAUS und LENARZ 2007:348].

2.5.2. Sprache

Sprachlaute entstehen durch die Veränderungen der Form und Gestalt des Ansatzrohrs, das wie oben erwähnt aus dem supraglottischen Raum, Rachen, Mundhöhle, Nase und Nasennebenhöhlen besteht. Durch Bewegungen der Sprechmuskulatur kann dieser Resonanzraum so geformt werden, dass bei offenem Ansatzrohr Vokale (Öffnungslaute) und bei Verengung Konsonanten gebildet werden. Verursacht die Verengung einen turbulenten Luftstrom, entstehen sog. Reibelaute (Frikative), wobei der Ort der Verengung ihren typischen Klang bestimmt, z.B. /f/, /s/, /ch/, /sch/ etc. Ist die Verengung für einen gewissen Zeitraum total, d.h. tritt ein kurzzeitiger Verschluss des Ansatzrohrs auf, entstehen die Sprenglaute (Verschlusslaute, Plosive, Okklusive), deren Identität wiederum durch die Stelle des Verschlusses bestimmt wird, z.B. bei den deutschen Verschlusslauten /p/ (bilabial), /t/ (apiko-alveolar), /k/ (dorso-palatal). Vereinfachend werden diese Artikulationsstellen häufig in drei sog. Artikulationszonen zusammengefasst [BOENNINGHAUS/LENARZ 2007:348]:

- Lippen
- Zungenspitze und vorderer Gaumen
- Zungenrücken und Gaumen

Wichtig ist ferner die Tatsache, dass die meisten Sprachlaute mit oder ohne Stimmton produziert werden können. Dementsprechend werden sie als stimmhaft oder stimmlos bezeichnet. Da bei den stimmlosen Lauten die Stimmbänder im Kehlkopf nicht adduziert sind, sondern mehr oder weniger weit auseinanderliegen, werden sie in der Regel mit deutlich höheren Luftdrücken und Luftströmungen erzeugt als die stimmhaften [BAKEN und ORLIKOFF 2010:316-317 sowie 357-359]. Hieraus folgt u.a. eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Fehlfunktionen, wie sie z.B. bei den hier untersuchten LKG – Patienten vorliegen. Deshalb eignen sich stimmlose Konsonanten, insbesondere Verschlusslaute wie /p/, /t/, /k/, als Testlaute besser als ihre stimmhaften Analoga /b/, /d/, /g/.

Die für Patienten mit Gaumenspalten typischen Nasallaute (Rhinophonia aperta) entstehen durch die offene Verbindung zwischen Nasen- und Rachenraum [MEYER et al. 2012a:65]. Oft ist dies die Folge einer Gaumensegelinsuffizienz [SMITH et al. 2004:247], als deren Folge es den Patienten nicht gelingt, bei der Bildung von oralen Konsonanten den Rachenraum komplett abzudichten. So entweicht beispielsweise bei den stimmlosen Verschlusslauten /p/, /t/ und /k/ immer ein Luftstrom durch die Nase. Ist die Nasendurchgängigkeit z.B. durch starke narbige Verwachsungen eingeschränkt, resultiert hieraus eine Rhinophonia clausa. Eine Mischform aus Rhinophonia aperta und clausa wird als Rhinophonia mixta bezeichnet. Die linguodentale Lautbildung wird oftmals durch pathologische Kieferformen und Anomalien der Zahnstellung vor allem in der Oberkieferfront beeinträchtigt [HORCH 2007:466]. Dies äußert sich beispielsweise als Sigmatismus frontalis oder auch lateralis.

Kinder mit orofazialen Spalten leiden oftmals nicht nur unter Störungen der Sprachbildung, sondern auch unter einer verzögerten Sprachentwicklung. Ursache hierfür kann in vielen Fällen eine auditive Teilleistungsstörung sein, die wiederum sekundär aus einer Gaumensegelinsuffizienz resultiert. Dadurch, dass die Tuba auditiva nicht regelmäßig belüftet wird, können sich leicht Sekretansammlungen im Mittelohr bilden, die zu einer Schallleitungsschwerhörigkeit und daneben auch zu frühen Schäden des Innenohres führen können [HORCH 2007:466]. Dies kann die Kinder in ihrer phonologischen Entwicklung beeinträchtigen [SCHÖNWEILER et al. 1995:1], da zum einen anfänglich viele Laute und Wörter über Imitation von Vorbildpersonen erlernt werden, die bei eingeschränktem Hörvermögen grundsätzlich nicht so gut wahrgenommen werden, und da zum anderen den Kindern das eigene Feedback fehlt, wenn sie sich selbst nicht gut hören können. Auch das Missverhältnis der Größen von nasalem

und oralem Resonanzraum kann den Beginn und die Erfolge während der Sprech- und Sprachentwicklung verzögern. Zum Vergleich zeigt Tabelle 1 exemplarisch die Sprachentwicklung bei gesunden Kindern.

Alter	Sprachvermögen
Ab 2. Monat	Lallen
Ab 8. Monat	Echolalie und erstes Sprachverständnis
Ab 12 Monaten	Einwortsätze
Ab 1,5 Jahren	Zweiwortsätze
Ab 3 Jahren	Mehrwortsätze
Ab 4 Jahren	vollständiger Spracherwerb
Ab 7 Jahren	abgeschlossener Spracherwerb

Tabelle 1: normale Sprachentwicklung (nach BOENNINGHAUS und LENARZ, HNO 2007, S. 356)

Um den Kindern mit LKG-Spalten eine altersgerechte Sprech- und Sprachentwicklung zu ermöglichen, werden daher interdisziplinäre Behandlungskonzepte angestrebt, die eine Versorgung mit Hörgeräten und Mittelohrdrainagen (sog. „Paukenröhrchen“), kieferorthopädische Maßnahmen, logopädische Betreuung und die Korrektur der organischen Defekte beinhalten.

2.6. Rhinomanometrie

Rhinomanometrie „... ist die einzige Methode, den Nasenwiderstand über eine ganze Ein- und Ausatemphase hinweg exakt zu quantifizieren...“ [HÜLSE und BACHMANN 1998:88]. Bei der aktiven anterioren Rhinomanometrie werden die nasale Druckdifferenz (ΔP) zwischen Naseneingang (P2) und Nasenrachenraum (P1) sowie das Atemluftvolumen pro Zeit (Flow) erfasst und graphisch dargestellt. Beide Nasenlöcher werden getrennt voneinander untersucht. Hierbei wird ein Nasenloch verschlossen und die Druckdifferenz der kontralateralen Nasenhälfte während der Inspiration und Expiration registriert. Die typische gekrümmte S-Form der Widerstandskurve resultiert aus der in Kapitel 2.4 erläuterten Kombination aus Isthmus und weitem Cavum in der Nase. Sie beschreibt die Veränderungen des nasalen Atemwiderstandes während des Atemzyklus für jeweils die linke und rechte Nasenseite. Der Widerstand ist der Quotient aus Differenzdruck und Flow und wird in $[\text{Pa}/(\text{cm}^3/\text{s})]$ angegeben. Ist die Kurve für

beide Seiten spiegelbildlich, spricht man von einer sogenannten „Atemzange“ [HÜLSE und BACHMANN 1998:89]. Je weiter die Branchen auseinander liegen, umso besser ist die nasale Durchgängigkeit (siehe Abbildung 8).

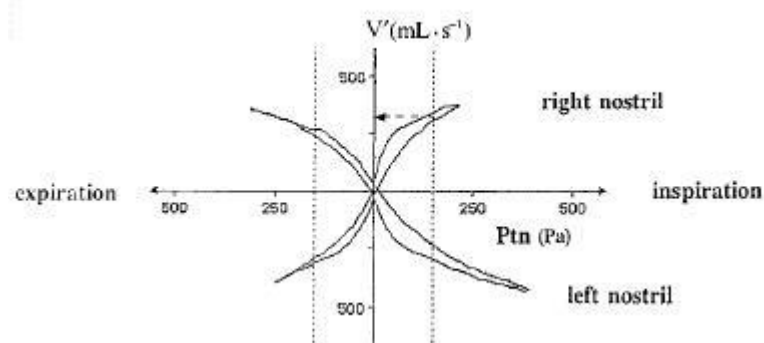


Abbildung 8: Rhinomanogramm (A. ZAPLETAL UND J. CHALUPOVÁ, 2002, S. 175)

Klinische Kenngröße ist V150, d.h. der Flow bei einer transnasalen Druckdifferenz von 150 Pascal. Er ist vor allem von der Größe der engsten Stelle abhängig und entspricht laut BERMÜLLER et al. [2008:605] den Bedingungen unter geringer körperlicher Anstrengung, bei denen turbulente und laminare nasale Strömungen gleichen Ausmaßes entstehen. Er wird einmal für jede Seite separat und als Gesamtflow (Summe der Flowwerte aus rechter und linker Seite) angegeben. Die Hersteller des in der vorliegenden Arbeit verwendeten Gerätes "Rhinotest 2000 plus" [EVG Elektronik Vertriebs GmbH, Böhl-Iggelheim, Deutschland] geben für Erwachsene die in Tabelle 2 erwähnten Referenzwerte für den Gesamtflow und dessen Aussage über die Qualität der Nasenatmung an:

0 bis 500 cm ³ /s ± 35 cm ³ /s	hochgradig behindert
500 bis 700 cm ³ /s ± 35 cm ³ /s	mittelgradig behindert
700 bis 870 cm ³ /s ± 35 cm ³ /s	geringgradig behindert
über 870 cm ³ /s ± 35 cm ³ /s	nicht behindert

Tabelle 2: Summe Flow linke und rechte Nasenseite bei Differenzdruck 150 Pa, Bedienungsanleitung Rhinotest 2000 plus, EVG Elektronik Vertriebs GmbH, Böhl-Iggelheim, Deutschland

ZAPLETAL und CHALUPOVÁ [2002:179] fanden heraus, dass die Werte für den nasalen Flow und den transnasalen Widerstand bei Kindern von Körpergröße und Körpergewicht abhängen. So nimmt mit Körpergröße und Alter auch der nasale Flow zu, und dementsprechend der transnasale Widerstand als Folge der größer werdenden

Nasengänge ab. Geschlechterspezifische Unterschiede wurden dabei nicht beobachtet. HÜMPFNER-HIERL et al. [2003:259] trugen für ihre Studie über „Funktionelle und ästhetische Ergebnisse von Nasenkorrekturen bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten“ folgende Mittelwerte zusammen (s. Tabellen 4, 5):

Alter (Jahre)	Ohne Nasentropfen	Mit Nasentropfen
9 bis 16	580	720
9 bis 11	510	<i>Hier keine Werte vorliegend</i>

Tabelle 3: Rhinomanometrische Vergleichswerte von Nichtspaltpatienten (nasaler Gesamtflow bei 150 Pa (ccm/s) nach HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:259)

Alter (Jahre)	Ohne Nasentropfen
9 bis 11	313
12 bis 13	425

Tabelle 4: Rhinomanometrische Vergleichswerte von Spaltpatienten (nasaler Gesamtflow bei 150 Pa (ccml/s) nach HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:259)

Da diese Altersspannen für die vorliegende Arbeit zu groß sind, werden in Kapitel 4.1. eigene Referenzwerte ermittelt. Der Vorteil hierbei besteht nicht nur darin, dass die Altersverteilungen der beiden Gruppen von Probanden näher beieinander liegen, sondern auch, dass die Daten der Referenzgruppe unter den gleichen messtechnischen Bedingungen erhoben wurden wie die der Kinder mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.

2.7. Pneumotachygraphie

Die Pneumotachygraphie wird im medizinischen Sektor hauptsächlich im Rahmen der Spirometrie eingesetzt. Sie dient zur Messung aerodynamischer Parameter und hat sich auch in anderen Wissenschaften etabliert, beispielsweise in der Klinischen Linguistik und der Phonetik [BASTIAN et al. 1981:225]. Das Funktionsprinzip ist folgendes: Trifft ein Gas, das durch ein Rohr strömt, auf ein Hindernis, entsteht unmittelbar nach diesem ein Druckabfall. Dieser ist, sofern die Strömung laminar ist, proportional zum Volumenstrom [BAKEN und ORLIKOFF 2010:338]. Dieses Prinzip wird physikalisch durch folgende Formel ausgedrückt:

$$U = P/Z$$

U= Volumenstrom, P= Druckdifferenz (vor/hinter dem Widerstand), Z= Widerstand

Dies ist die pneumatische Version des Ohmschen Gesetzes, welche ebenfalls nach allen drei Variablen umgestellt werden kann [BAKEN und ORLIKOFF 2010:338]:

$$Z = P/U \quad \text{oder} \quad P = U \times Z.$$

Moderne Pneumotachygraphen übersetzen die Differenz zwischen dem Druck vor und hinter dem Widerstand in ein analoges elektrisches Signal, das in einem nachgeschalteten Prozessor digitalisiert wird. In dieser Form können die Daten anschließend zwecks Weiterverarbeitung und statistischer Analyse in einem Rechner gespeichert werden. Der Hauptvorteil dieser digitalen Technologie liegt nicht nur in der Miniaturisierung des Versuchsaufbaus, sondern auch in der Möglichkeit, mehrere Messgrößen synchron aufzuzeichnen und darzustellen. So lassen sich beispielsweise simultan die getrennten *Luftströme* aus Mund und Nase (mit einer speziellen Maske), die intraoralen und intranasalen *Luftdrücke* bei der Produktion von Sprachlauten und das über ein Mikrofon aufgezeichnete Schallsignal registrieren. Dadurch wird eine exakte zeitliche Zuordnung von aerodynamischen und akustischen Merkmalen ermöglicht.

In der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie findet die Pneumotachygraphie vor allem in der Behandlung von LKG-Patienten vor und nach sprechverbessernden Operationen Anwendung. In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurden zahlreiche aerodynamische Referenzwerte ermittelt, die u.a. in dem Nachschlagewerk von BAKEN und ORLIKOFF 2010 zusammengefasst sind (Kap. 9, S. 337-339, dort auch weitere Literatur).

2.8. Fotometrie

Um alle Patienten nach einheitlichen Kriterien beurteilen zu können, hat es sich bewährt, standardisierte Fotoaufnahmen zu machen [COHEN et al. 2009:98-100, FARKAS et al. 1986:191-223, HOLLAND 2007:18-23, HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:255, JOHNSON und SANDY 2003:244, WERKMEISTER et al. 2000:270-272]. Hierzu werden die Patienten aus den Perspektiven seitlich, *en face* und von kaudal fotografiert (s. Kapitel 3.4), um anschließend die relevanten kephalometrischen Punkte auf den Aufnahmen markieren zu können (s. Abbildung 9). Diese wiederum dienen dann zur Messung der Strecken- und Winkelverhältnisse.

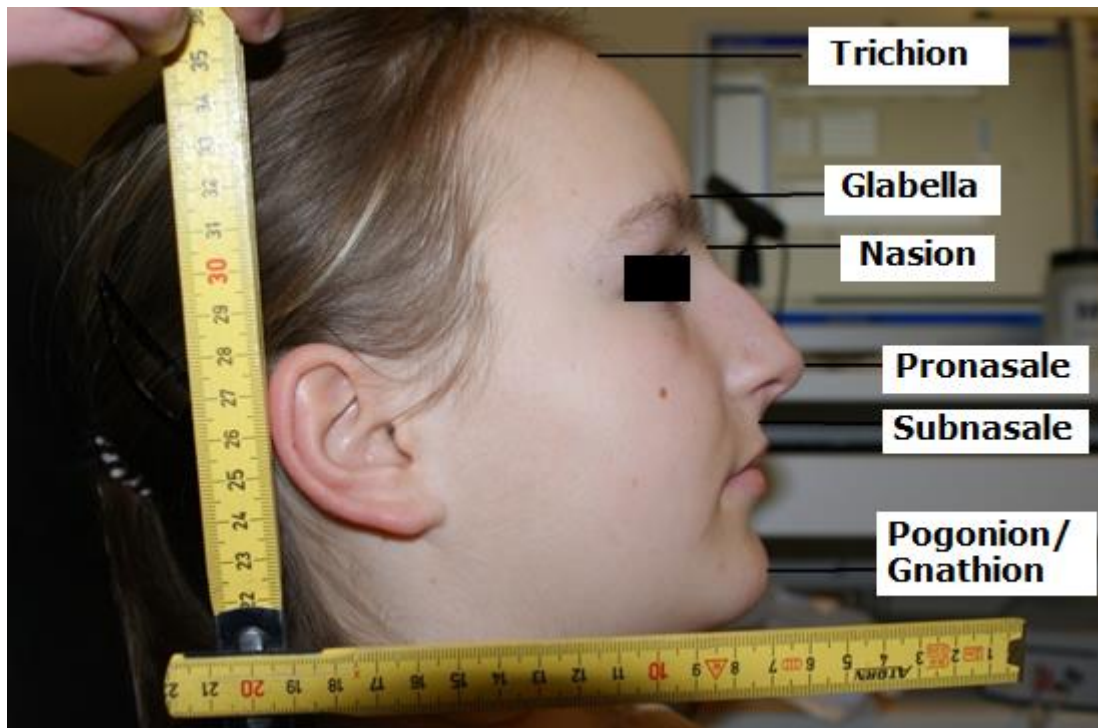


Abbildung 9: Die kephalometrischen Messpunkte in der Profilanalyse

Das Trichion ist der höchste Punkt der Stirn, nahe des Haaransatzes. Die Glabella stellt den prominentesten Punkt zwischen den Augenbrauen dar. Unterhalb dieses Punktes befindet sich in dem Winkel zwischen Nasenbein und Stirnfortsatz das sogenannte Nasion. Die Nasenspitze wird als Pronasale bezeichnet. Subnasale bezeichnet den häutigen Punkt über der knöchernen Spina nasalis anterior und markiert den Übergang zwischen Nase und Oberlippe. Hier liegt auch der Scheitelpunkt des Nasolabialwinkels. Zuletzt ist für die Profilanalyse das Pogonion (oder auch Gnathion) wichtig. Es liegt auf der prominentesten Stelle des Kinns und ist einer der beiden Punkte, durch die die Gesichtstangente zur Berechnung des Nasofazialwinkels verläuft.

Um die Harmonie des Gesichtsprofils mit Fokus auf die Nase zu beurteilen, eignen sich die von POWELL und HUMPHREYS [1984:54] beschriebenen Winkel. Der Nasofazialwinkel beschreibt die Lagebeziehung der Nase (Nasenrückentangente) zur Gesichtstangente (Glabella-Pogonion). Der Nasofrontalwinkel wird über eine Tangente des Nasenrückens und die Verbindung zwischen Nasion und Glabella gebildet. Der Nasolabialwinkel gibt Auskunft über die Relation des Oberkiefers zur Nasenbasis und besteht aus den Strecken Columella-Subnasale und Subnasale-Oberlippenpunkt. Der Nasomentalwinkel hat seinen Scheitelpunkt circa auf Höhe der Nasenspitze und verläuft vom Nasenrücken über den Scheitelpunkt zum Pogonion (s. Abbildungen 10, 11). Die Referenzwerte für Erwachsene sind aus Tabelle 5 zu entnehmen.

Nasofrontalwinkel	128,8°
Nasolabialwinkel	90-110°
Nasofazialwinkel	35,1°
Nasomentalwinkel	129,2°
Nasenflügelwinkel	50,8°

Tabelle 5: Typische Referenzwinkel der Nase bei Erwachsenen (nach DIBBETS 2005:10, HOLLAND 2007:37)

Da in der vorliegenden Arbeit Kinder untersucht wurden, werden die Werte der eigens untersuchten gesunden Probandengruppe als Referenzen hinzugezogen.

Kaudalaufnahmen der Nase eignen sich vor allem für den Vergleich der Höhen und Längen der Nasenlöcher und deren Symmetrie. Zusätzlich können die Columellalänge nach SCHAUSS [1999:664] (Subnasallinie (sn) bis Infratipregion (it)) und der Nasenflügelwinkel ausgemessen werden (s. Abbildungen 10,11).

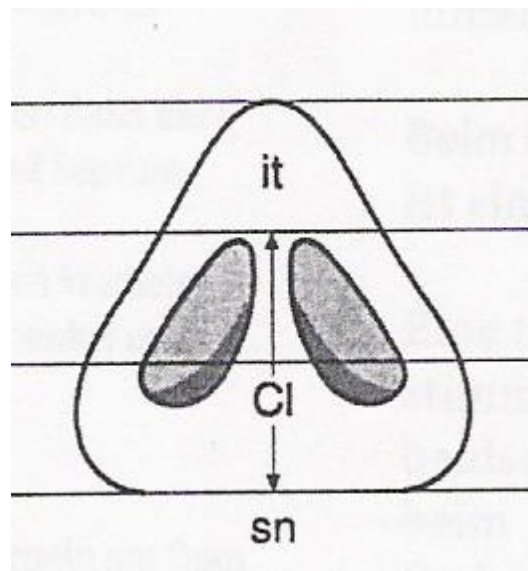


Abbildung 10: Definition der Columellalänge nach SCHAUSS (1999:664) aus: HOLLAND (2007:20).

Durch die in Kapitel 2.4 aufgeführten anatomischen Veränderungen der äußeren Nase werden entsprechend die in diesem Abschnitt aufgeführten Winkel und Strecken in ihren Größen verändert. Da bei allen Probanden Aufnahmen und Ausmessungen unter den gleichen Bedingungen erfolgten, können sie als zuverlässige Hilfsmittel für die Beurteilung der Nasenästhetik dienen.

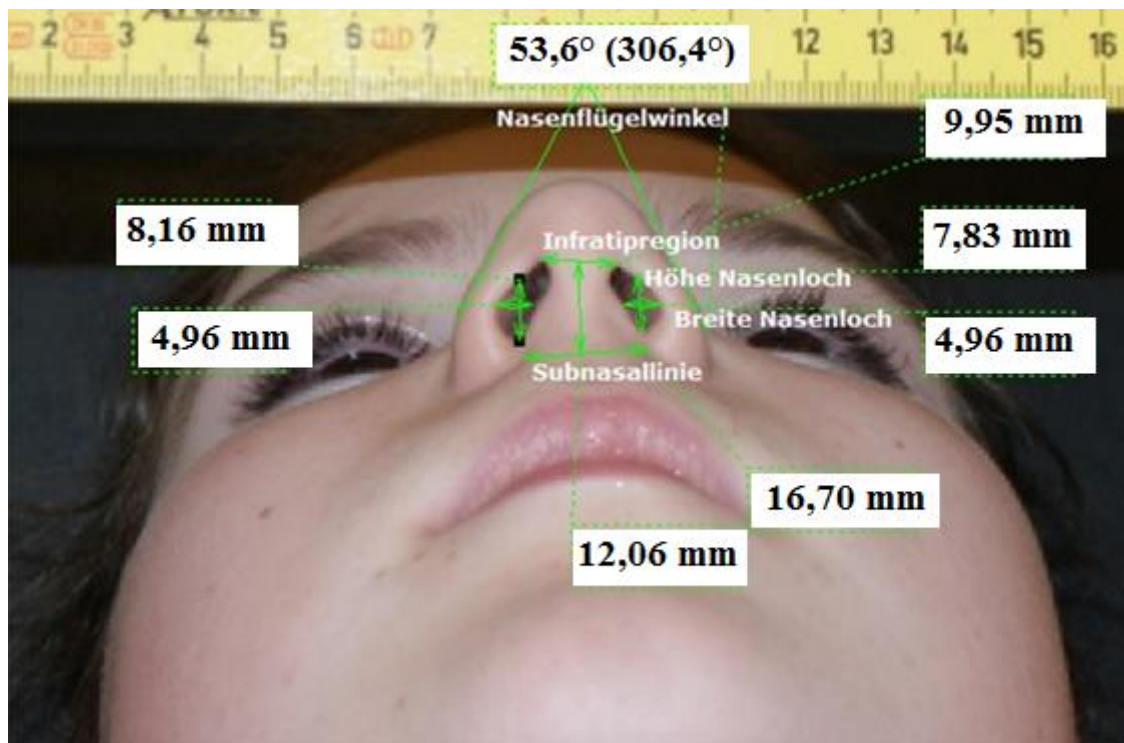


Abbildung 11: Ausmessung der Nasenaufnahme von kaudal (Fallbeispiel)

3. Material und Methode

3.1. Probanden

3.1.1. Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten

Zur Rekrutierung der Spaltpatienten wurden die OP-Bücher der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Marburg im Hinblick auf die Art der Spalte und des unter 2.4 begründeten Altersbereichs durchgesehen, woraufhin 54 Patienten angeschrieben wurden. Insgesamt fanden sich in dieser Gruppe jedoch nicht hinreichend viele Patienten zur Teilnahme an den Untersuchungen bereit. Aus diesem Grunde wurde der Altersbereich um ein Jahr nach unten und oben erweitert. Insgesamt nahm eine Gruppe von 16 Patienten, 13 Jungen und 3 Mädchen, mit einem Durchschnittsalter von 11,3 Jahren (Standardabweichung 1,5 Jahre) teil. Die Formen der Spalten verteilen sich wie folgt: 5 isolierte Gaumenspalten, 3 Lippen-Kiefer-Spalten, 1 beidseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und 7 einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (3 rechtsseitig, 4 linksseitig). Insgesamt erstreckte sich der Operationszeitraum der Teilnehmer von 1997 bis 2003. Von den 16 Personen hatten jeweils fünf ihre letzte Operation in den Jahren 2003 und 2002 erhalten, je eine Person 2001 und 2000. Drei Teilnehmer waren 1998 letztmalig operiert worden und einer 1997. Hauptsächlich betrafen die frühen operativen Eingriffe den Verschluß der Lippen- und Gaumenspalten, zusätzlich erfolgten bei sieben Kindern weitere Eingriffe. Davon waren drei Operationen Kieferspaltosteoplastiken, zwei Restlochverschlüsse, eine sprechverbessernde Velopharynxplastik und eine Nasenkorrektur.

3.1.2. Gesunde Kontrollgruppe

Als alterskompatible gesunde Kontrollgruppe dienten 17 Schüler einer siebten Klasse der Martin-Luther-Schule in Marburg, die im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojekts der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und des Fachs Phonetik am Fachbereich 9 der Philipps-Universität rekrutiert worden waren [SCHNELL 2009]. Das durchschnittliche Alter der 7 Jungen und 10 Mädchen betrug zum Zeitpunkt der Messungen 13,1 Jahre, wobei die Standardabweichung hier naheliegender Weise sehr gering war (0,4 Jahre). Die Kinder und deren Eltern wurden an einem Elternabend über das Prozedere und alle damit verbundenen Maßnahmen informiert. Zusätzlich wurde allen ein Informationsbrief ausgehändigt (s. Anhang). Die dem Brief beigefügte Einverständniserklärung der Eltern musste am Tag der Messungen unterzeichnet vorliegen.

Das Konzept für die Untersuchungen der gesunden Kinder für die vorliegende Arbeit wurde der Ethikkommission der Philipps Universität Marburg unter dem Titel „Pilotstudie zur Erhebung von pneumotachygraphischen und rhinomanometrischen Referenzwerten bei einer gesunden Kinderpopulation“ vorgelegt und mit positivem Votum vom 23.06.2009 genehmigt.

3.2. Rhinomanometrische Messungen

Für sämtliche Teilnehmer an der Untersuchungsreihe wurde die aktive anteriore Rhinomanometrie mittels des unter 2.6 näher beschriebenen „Rhinotest 2000 plus“ in einem Untersuchungsraum der Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten (Direktor: Universitätsprofessor Dr. J. A. Werner) in Marburg durchgeführt. Um zu vermeiden, dass sich durch eine eventuelle Positionsveränderung des Patienten, z.B. durch Kaudalverlagerung des Velums oder sekundäre Kompression der Halsvenen [ROITHMANN et al. 2005:478] bei flacher Lage Artefakte ergaben, erfolgte die Messung des inspiratorischen und expiratorischen nasalen Flow bei einem transnasalen Druck von 150 Pascal sowohl im Sitzen als auch im Liegen. Dazu wurde zunächst für jeden Probanden die jeweils am besten passende Maske aufgesetzt. Der Patient bzw. Proband wurde sodann angehalten, mit geschlossenem Mund zu atmen, während jeweils die Messungen für beide Nasenlöcher separat erfolgten. Der erste Versuchsdurchgang erfolgte ohne die Gabe von Nasentropfen. Da sich aber Schleimhautschwellungen, z.B. als Symptom einer Rhinosinusitis, Allergien, und grundsätzlich bedingt durch den physiologischen Nasenzyklus, als Störfaktoren auswirken können, wurde der zweite Durchlauf 10 Minuten nach Applikation von Xylometazolin-HCL 0,1% (Otriven-Nasentropfen, Einmalpipetten, Novartis Consumer Health GmbH, München, Deutschland) durchgeführt. Zudem ermöglicht der spätere Vergleich beider Durchläufe die Differenzierung zwischen mukosalen und skelettalen Asymmetrien [BERMÜLLER et al. 2008:605, WAHLMANN et al. 1998:156]. Da sich mukosale Schwellungen, die den Luftstrom behindern, durch Xylometazolin-HCl ausschalten lassen, ließe sich bei einer nach Gabe der Nasentropfen persistierenden Asymmetrie der Verdacht auf eine Nasenatmungsbehinderung skelettalen Ursprungs erhärten.

3.3. Pneumotachygraphische Messungen

Die pneumotachygraphischen Messungen fanden zwischen dem ersten rhinomanometrischen Durchlauf und der Gabe der Nasentropfen statt. Dazu wurde ein Pneumotachygraph der Firma Scicon, Beverly Hills, Kalifornien, in Kombination mit der dazu gehörigen Software PCquirer 516 verwendet (s. Abbildung 12). Die Patienten saßen mit angelehntem Kopf aufrecht auf einem Stuhl. Die Nasenmaske zur Messung des nasalen Luftstromes wurde mit Klettband am Kopf befestigt (s. Abbildung 13). Nach Anlegen der Maske wurden die Probanden aufgefordert, heftig durch die Nase auszuatmen, um auf diese Weise leichter eventuelle Leckagen zwischen Maskenrand und Gesicht erkennen zu können. Erforderlichenfalls wurde das Klettband stärker angezogen.

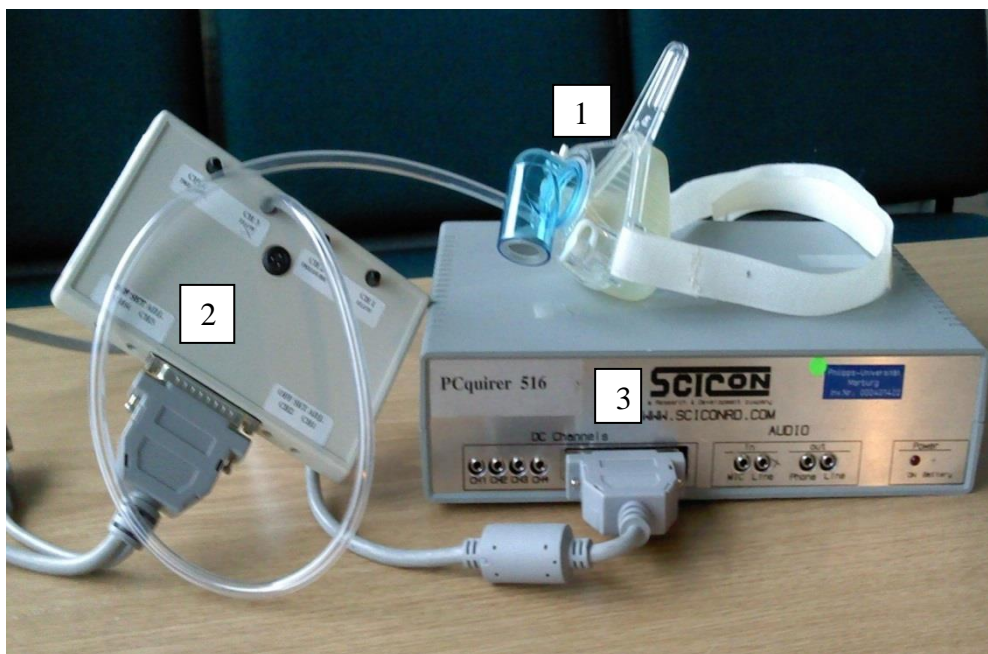


Abbildung 12: Pneumotachygraph: Nasenmaske (1), Druckwandler (2), Signalprozessor (3)



Abbildung 13: Patient mit Nasenmaske

Wie auf den Abbildungen 12 und 13 zu erkennen ist, mündet in die Maske ein um 90 Grad gewinkeltes sog. Staurohr (blau), dessen distales Ende von einem Gitter aus Kunststoff bedeckt ist und das somit einen definierten aerodynamischen Widerstand für die beim Atmen oder Sprechen entweichende Luft darstellt. Über den flexiblen Schlauch werden die beim Sprechen erzeugten Luftströme in den Kanal des Druckwandlers und Signalprozessors weitergeleitet, welcher daraus den Volumenstrom berechnet und als digitalisierte Werte in einen angeschlossenen Rechner weiterleitet. Zeitgleich erfolgte die Aufzeichnung des Audiosignals über ein Mikrophon der Marke Sennheiser EM 30, (Sennheiser Electronic, Wedemark, Deutschland). Über die zum System gehörige Software PCquirer 516 erfolgte die zeitgleiche Darstellung und Auswertung beider Signale. In Anbetracht der Hauptfragestellung, ob bei der Produktion bestimmter oraler Sprachlaute eine nasale Leckage besteht und wie stark diese ist, wurde als Parameter für die Messungen der Höchstwert des Volumenstroms (Peakflow) eingeführt. Theoretisch käme auch als Parameter die insgesamt bei der Aussprache eines Lautes transnasal entströmte Luftmenge infrage. Dies entspräche der Fläche (Integral) unterhalb der Flow-Kurve. Auf diese Weise fiel jedoch auch die je nach Sprecher (z.B. als Folge seines Dialekts) individuell unterschiedliche Dauer eines Sprachlautes ins Gewicht. Das bedeutet, dass ein längerer Sprachlaut automatisch eine höhere nasale Luftströmung - bei gleichem Peakflow - involviert. Für die Beurteilung der „Dichtigkeit“ des velopharyngealen Verschlusses erscheint aber der höchste Druck als bester Indikator. Durch Temperaturschwankungen innerhalb des Pneumotachy-

graphen und Feuchtigkeit am Gitterwiderstand traten bei einigen Sprechern im Laufe der Sitzung geringfügige Verschiebungen der Nulllinie auf, die durch erneute Ausrichtung mittels der Reset-Funktion ausgeglichen wurden.

Da die Messcharakteristik eines Pneumtachygraphen von der Dimensionierung des Widerstandsgitters und Rohrs abhängt, ist eine externe Kalibrierung des Systems mit Hilfe eines Gerätes nötig, das einen definierten variablen Luftstrom erzeugt. Hierfür wurde die Maske luftdicht an ein Kalibrierungsgebläse CAL220 des Systemherstellers angeschlossen, welches einen konstanten regulierbaren Luftstrom abgibt. Es wurden zur Erstellung der Eichkurve Volumenstromwerte von Null bis 60 l/min in Abständen von jeweils 5 l/min (zweimal in auf- und absteigender Reihenfolge) gemessen und die zugehörigen Ausgangsspannungen über die Software PCquirer 516 registriert. In Abbildung 14 sind beide Parameter gegeneinander aufgetragen. Zwecks Umrechnung der jeweiligen Messwerte bei den Testitems wurde die Regressionsgleichung ermittelt: $\text{ml/s} = \text{mV} \times 0,6 + 13,9$. Wie Abbildung 14 zeigt, ist die Beziehung zwischen dem elektrischen und dem zugehörigen aerodynamischen Wert nahezu linear.

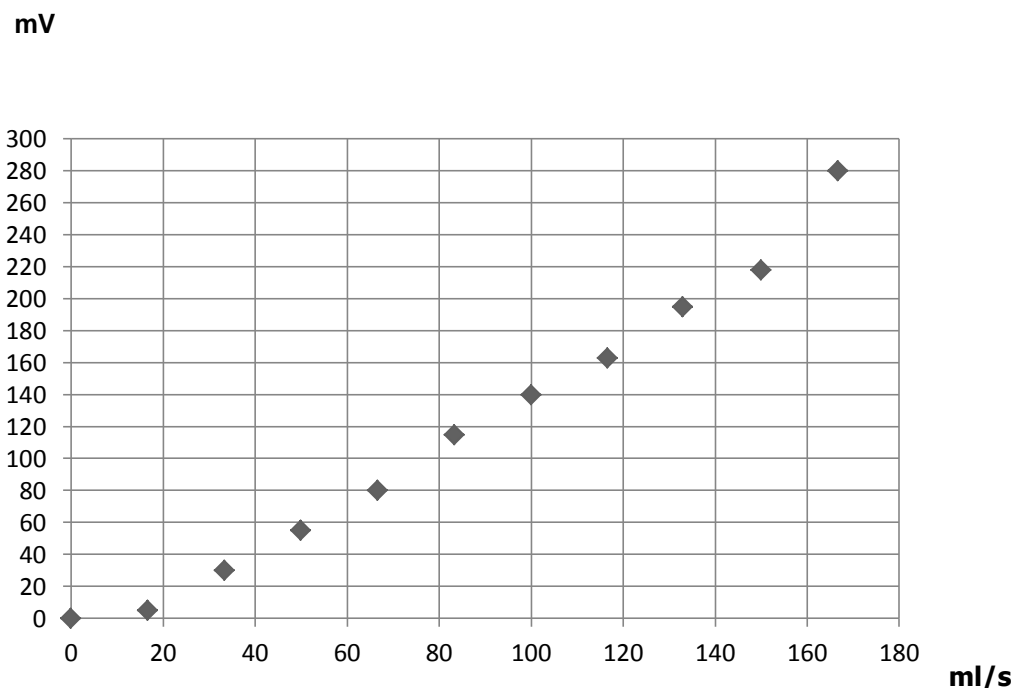


Abbildung 14. Eichkurve des Pneumotachygraphen

Besonders empfindliche Indikatoren für Störungen der Funktion des velopharyngealen Verschlussmechanismus sind die oralen Verschlusslaute /p/, /t/, /k/, von denen jeder in einer der drei Artikulationszonen (Lippe = /p/, Zungenspitze = /t/, Zungenrücken /k/) erzeugt werden kann. Für die pneumotachygraphische Analyse können Plosive nicht

isoliert ausgesprochen werden, sondern benötigen zur Festlegung des zeitlichen Anfangs- und Endpunkts eine stimmhafte lautliche Umgebung (Silben, Wörter), die idealerweise für alle drei Testlaute identisch ist. Hierfür wurde der Vokal /a/ ausgesucht, da dieser aufgrund seiner im Verhältnis zu allen Vokalen größten oralen Öffnung die Luft am besten ausströmen lässt. Da es im deutschen Sprachgebrauch keine drei Wörter gibt, die den Vokal /a/ und die drei Plosive in der gewünschten Anordnung beinhalten, benutzt man in solchen Fällen sogenannte Logatome („Nonsense“-Wörter), d.h. Wörter, die zwar nicht im deutschen Lexikon vorkommen, aber rein von ihrer lautlichen Struktur her vorkommen könnten.

Das hier vorzulesende Textmaterial bestand aus 9 symmetrisch aufgebauten Logatomen, die bereits in früheren Untersuchungen Anwendung fanden [SCHNELL 2009, LANGE 2011]. Die Probanden wurden gebeten, diese in normaler Lautstärke und Geschwindigkeit vorzulesen und die rot markierten Silben dabei zu betonen.

apapa	atata	akaka
atata	akaka	apapa
akaka	apapa	atata

Die Kombination aus den Verschlusslauten /p/, /t/ und /k/ und dem offenen Vokal /a/ eignete sich gut für die Betrachtung des nasalen Flows und insbesondere zur Beurteilung der Dichtigkeit des velaren Verschlusses.

3.4. Fotometrische Messungen

Um die Nasen der Probanden in den relevanten Ebenen vermessen zu können, wurden die Fotos in folgenden Perspektiven aufgenommen (siehe Abbildungen 14 bis 17):

- > Frontalebene
- > Nase von lateral (links und rechts)
- > Nase von kaudal

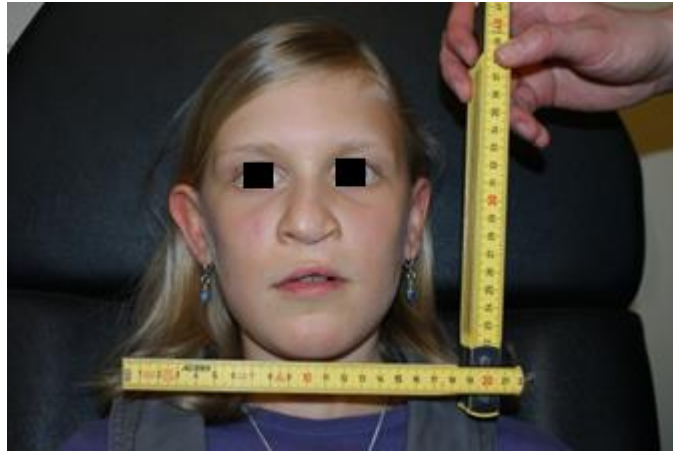


Abbildung 14: Frontalansicht



Abbildung 15: Profilansicht von rechts

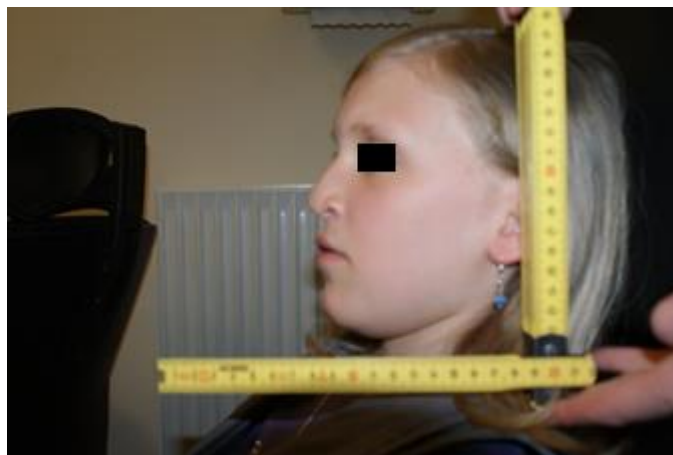


Abbildung 16: Profilansicht von links

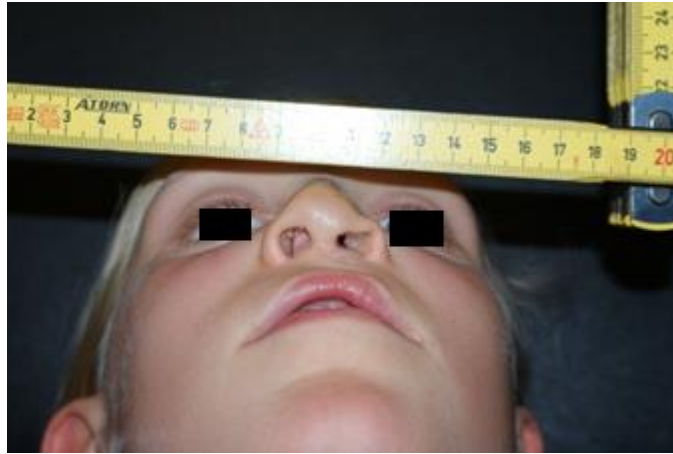


Abbildung 17: Kaudalansicht

Die Fotos wurden mit einer Spiegelreflexkamera der Marke Sony α 200 (Sony Deutschland, Berlin) aufgenommen. Zur Ausmessung der Winkel und Strecken fand das Computerprogramm Digora für Windows 2.5 (DfW2.5) der Firma SOREDEX (Tuusula, Finnland) Anwendung. Dieses ist kommerziell erhältlich und wird in der Zahnmedizin für das digitale Röntgen verwendet. Die digitalen Bilder wurden direkt in DfW2.5 geladen. Da im Voraus keine Standardisierung der Bilder durch Rastermuster oder Entfernungsmesser erfolgt war, wurden sie nachträglich mit Hilfe der Kalibrierungsfunktion des Programmes geeicht. Als Streckenreferenz diente ein Zollstock, der auf den Fotos in Bildebene ausgerichtet wurde. Dies erwies sich als äußerst hilfreich, da neben der Kalibrierung einer Aufnahme auch die markierten Winkel und Strecken eruiert werden konnten. Anhand der Frontalaufnahmen wurden Nasenflügelbreite und Philtrumlänge ausgemessen. In den Profilaufnahmen wurden Nasofazial-, Nasofrontal-, Nasomental-, und Nasolabialwinkel bestimmt. Die Bilder mit Kaudalansicht der Nase dienten zur Bestimmung der Breiten und Höhen der Nasenlöcher und zur Bestimmung von Nasenflügelwinkel und Columellalänge (siehe auch Kapitel 2.8).

3.5. Fragebögen zur Selbstbeurteilung

Um die Selbsteinschätzungen bezüglich der eigenen Nasenfunktion mit den ermittelten rhinomanometrischen Daten in Verbindung bringen zu können, wurden die Probanden gebeten, vor den Untersuchungen einen Fragebogen bezüglich ihrer Nasenatmung auszufüllen (s. Anhang). Dieser bestand aus 11 Aussagen, deren individuell für jeden Probanden passender Wahrheitsgehalt mit Hilfe einer sog. Likert-Skala ermittelt werden konnte. Die Skala „...dient im engeren Sinn dazu, die Einstellung einer Person zu einem

Thema zu erfassen“ [STATISTA-LEXIKON]. Hierzu standen fünf Antwortoptionen zur Verfügung: 1= volle Zustimmung, 2= teilweise Zustimmung, 3= weder Zustimmung noch Ablehnung, 4= teilweise Ablehnung und 5= volle Ablehnung. Um die Antworten für die Kinder so auszudrücken, dass diese ihren eigenen Zustand leichter einordnen können, wurden diese Antwortoptionen im Fragebogen kindgerechter formuliert: 1= stimmt genau, 2= stimmt manchmal, 3= kann ich nicht genau sagen, 4= stimmt nicht, 5= stimmt überhaupt nicht.

4. Ergebnisse

Im Rahmen der klinischen Untersuchungen wurden die Werte der Patienten wie auch der Referenzgruppe zunächst gruppenintern und für jedes Teilgebiet (Rhinomanometrie, Fotometrie, Pneumotachygraphie und Fragebögen) separat analysiert. Anschließend erfolgte der Vergleich beider Gruppen miteinander. Je nachdem, ob die Daten normalverteilt waren oder nicht, wurden Korrelationen nach Pearson bzw. Spearman berechnet. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests bzw. dessen Online-Version [<http://sdittami.altervista.org/shapirotest/ShapiroTest.html>]. In analoger Weise wurden für die Untersuchung von Mittelwertdifferenzen t- Tests (fallweise für gepaarte bzw. ungepaarte Stichproben) beziehungsweise Wilcoxon-Paarvergleiche (Wilcoxon matched-pairs signed ranks test; im Folgenden „Wilcoxon-Paartest“) oder bei ungleichen Stichprobengrößen der U-Test von Mann und Whitney benutzt. Die statistische Analyse erfolgte mit MYSTAT 12, einer PC-Version von SYSTAT (SYSTAT Software Inc., Chicago/USA). Die Irrtumswahrscheinlichkeit der Korrelationskoeffizienten wurde anhand der Formel

$$t = \frac{r}{\sqrt{[(1 - r^2)/(N - 2)]}}$$

errechnet [LOWRY 2013: Kap. 3] (interaktiv auf www.vassarstats.net/rsig.html).

4.1. Rhinomanometrie

Wie in Kapitel 3.2. bereits besprochen, kann man über die Veränderungen des transnasalen Flows nach Veränderung der Lageposition oder auch des Schwellungszustandes der Nasenschleimhaut Erkenntnisse über Nasenfunktion und eventuell vorliegende Strömungshindernisse gewinnen. Sowohl die Patienten als auch die Schulkinder der gesunden Referenzgruppe wurden unter diesen verschiedenen Bedingungen untersucht und deren Ergebnisse miteinander verglichen. Abbildung 18 zeigt die rhinomanometrisch ermittelten Flow-Werte der Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Anhand der Mittelwerte (oberhalb der Balken) erkennt man, dass sich die Werte im Sitzen und Liegen nicht stark voneinander unterscheiden. Die größte Veränderung zeigt sich in den Messungen ohne Nasentropfen in Form einer Abnahme von durchschnittlich 56 ccm/s nach der Umlagerung vom Sitzen in die liegende Position. Nach der Gabe von Nasentropfen strömen in liegender Position durchschnittlich 2 ccm/s mehr durch die Nase als

im Sitzen. Diese Unterschiede sind nicht signifikant (p (zweiseitig)= 1,0; Wilcoxon-Paartest). Die Veränderungen nach Gabe der Nasentropfen zeigen sowohl liegend als auch sitzend Vergrößerungen (Verbesserungen) von 26 ccm/s (Sitzen) bis 84 ccm/s (Liegen). Die Verbesserung durch die Gabe von Xylometazolin-HCL 0,1% ist nicht signifikant (p (einseitig)=0,1; Wilcoxon-Paartest).

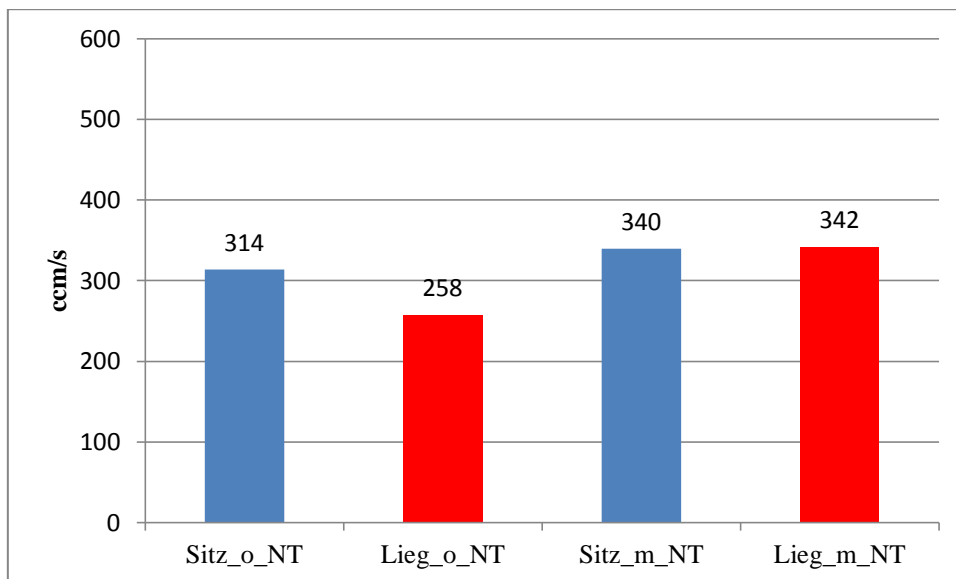


Abbildung 18: Patienten (n= 16): Darstellung des transnasalen Flows (in ml/s) vor (o_NT) und nach (m_NT) der Gabe von abschwellenden Nasentropfen, sowohl im Sitzen (blau) als auch im Liegen (rot).

Die gleiche Untersuchung wurde analog bei den Schulkindern der Kontrollgruppe durchgeführt (siehe Abbildung 19). Hier liegen durchschnittliche Differenzen bezüglich der beiden unterschiedlichen Körperpositionen bei -91 ccm/s mit und +2 ccm/s ohne Nasentropfen vor. Es gibt eine leichte Tendenz, dass die Werte im Sitzen besser sind als im Liegen, diese ist aber bei $p= 0,11$ (t-Test, zweiseitig, gepaart) nicht signifikant. Vergleicht man die Werte bezüglich des Messzeitpunktes - vor und nach der Applikation von Xylometazolin-HCL 0,1% - ist eine nicht signifikante Verbesserungstendenz von 9 ccm/s (Liegen) bis 102 ccm/s (Sitzen) zu vermerken ($p= 0,16$, t-Test, zweiseitig, gepaart).

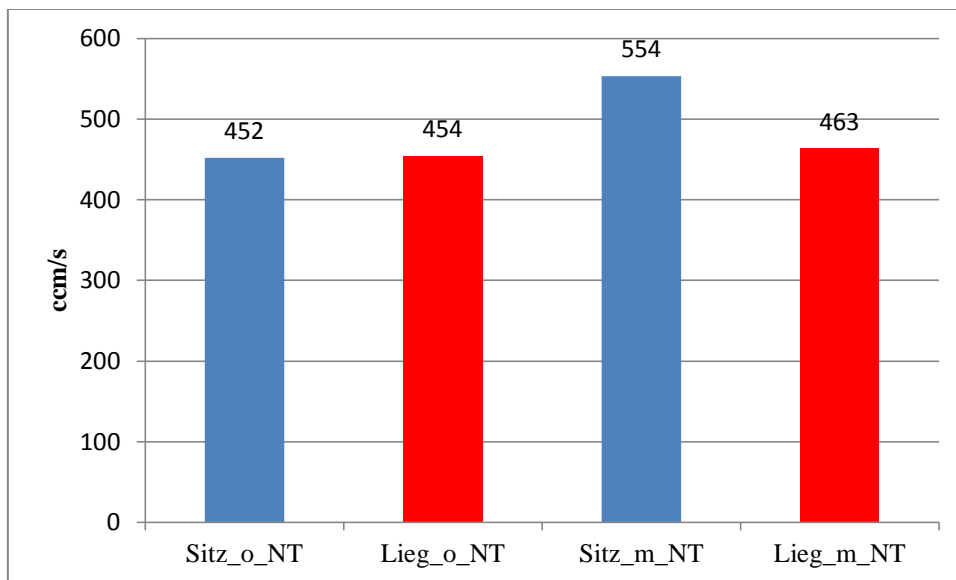


Abbildung 19: Kontrollgruppe (n=16): Darstellung des transnasalen Flows (in ml/s) vor (o_NT) und nach (m_NT) der Gabe von abschwellenden Nasentropfen, sowohl im Sitzen (blau) als auch im Liegen (rot).

Vergleicht man die Ergebnisse beider Gruppen, so fällt auf den ersten Blick auf, dass die Rhinomanometrie-Werte der gesunden Kontrollgruppe generell größer (besser) sind als die des Patientenkollektivs (siehe Tabelle 6). Dieser Unterschied ist signifikant ($p=0,004$) beim Gesamt-Flow sitzend mit Nasentropfen (t-Test, zweiseitig, nicht gepaart).

Körperposition	Sitz_o_NT	Lieg_o_NT	Sitz_m_NT	Lieg_m_NT
Kontrollgruppe (n=16)	452 ccm/s	454 ccm/s	554 ccm/s	463 ccm/s
Patienten (n=16)	314 ccm/s	258 ccm/s	340 ccm/s	342 ccm/s
Differenz	138 ccm/s	196 ccm/s	214 ccm/s	121 ccm/s

Tabelle 6: Differenzen der Mittelwerte des rhinomanometrisch gemessenen Flows in der jeweiligen Körperposition (Sitz_o_NT= sitzend ohne Nasentropfen, Lieg_o_NT= liegend ohne Nasentropfen, Sitz_m_NT= sitzend mit Nasentropfen, Lieg_m_NT= liegend mit Nasentropfen)

Bei beiden Gruppen scheint die Veränderung der Lageposition keinen signifikanten Einfluss auf die Nasenatmung auszuüben. Es zeigt sich lediglich eine leichte Tendenz zu größeren Rhinomanometrie-Werten im Sitzen. Im Sitzen sprechen die Kinder der Kontrollgruppe stärker auf die abschwellenden Nasentropfen an (Verbesserung um 102 ccm/s) als die Patienten (Verbesserung um 26 ccm/s). Im Liegen verhält es sich jedoch umgekehrt: bei der Kontrollgruppe verbessern sich die Flow-Werte um durchschnittlich 9 ccm/s und bei den Patienten um 84 ccm/s.

Um herauszufinden, ob es bei der Rhinomanometrie auch Seitendifferenzen gibt, wurden die Untersuchungen zusätzlich nach linker und rechter Nasenseite bei der Kontrollgruppe sowie nach Spalt- und Nicht-Spaltseite bei den Patienten aufgeschlüsselt.

Für die Patienten wurden die Werte derjenigen 10, die eine einseitige orofaziale Spalte besitzen, für die Berechnungen ausgewählt (n= 10).

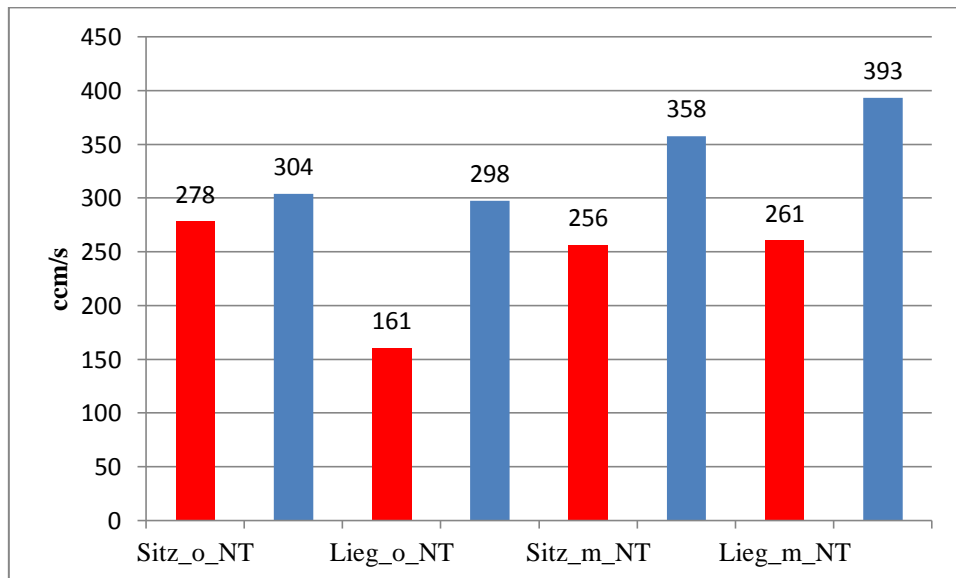


Abbildung 20: Patienten (n=10): Rhinomanometrisch gemessener Flow getrennt nach Spaltseite (rot) und Nicht-Spaltseite (blau) sitzend und liegend, mit (_m_NT) und ohne (_o_NT) Nasentropfen mit dem jeweiligen Mittelwert.

Vergleicht man zunächst nur die Seitenunterschiede bei den Patienten (Abbildung 20), so fällt auf, dass die Spalt-Seite (rot) über das komplette Diagramm signifikant niedrigere Flow-Werte aufweist als die gesunde Seite ($p= 0,008$, Wilcoxon-Paartest, zweiseitig). Die Differenzen betragen insgesamt zwischen 26 ccm/s und 132 ccm/s. Die größte Differenz tritt beim Vergleich der Werte liegend mit Nasentropfen (132 ccm/s) auf. Die kleinste Differenz ist im Sitzen ohne Nasentropfen vorhanden (26 ccm/s). Generell ist durch die Zunahme der Differenzen zu erkennen, dass sich die Seitenunterschiede nach der Gabe der abschwellenden Nasentropfen noch weiter ausdifferenzieren. Auch hier ist wieder die Verbesserungstendenz der Werte nach der Gabe von Xylometazolin-HCL 0,1% zu erkennen (vgl. Abbildung 18). Darüber hinaus wird ersichtlich, dass diese Verbesserung des transnasalen Flows im Liegen auf beiden Nasenseiten auftritt.

Eine Verbesserung nach Gabe der Nasentropfen findet ebenfalls bei der gesunden Kontrollgruppe statt (siehe Abbildung 21). Nur die Werte im Liegen verbessern sich auf

der linken Seite nicht, sondern sie nehmen ab (-18 ccm/s). Es ist auch erkennbar, dass die Flow-Werte der rechten Nasenseite durchgehend größer sind als die der linken. Dieser Unterschied ist signifikant ($p= 0,003$, t-Test, zweiseitig, gepaart). Die Differenzen zwischen linker und rechter Nasenseite betragen zwischen 61 ccm/s (liegend ohne Nasentropfen) und 148 ccm/s (in sitzender Position nach Gabe der Nasentropfen). Wie bei den Patienten, treten auch bei der Kontrollgruppe die Seitenunterschiede nach Applikation von Xylometazolin-HCL 0,1% stärker hervor (größer werdende Differenzen).

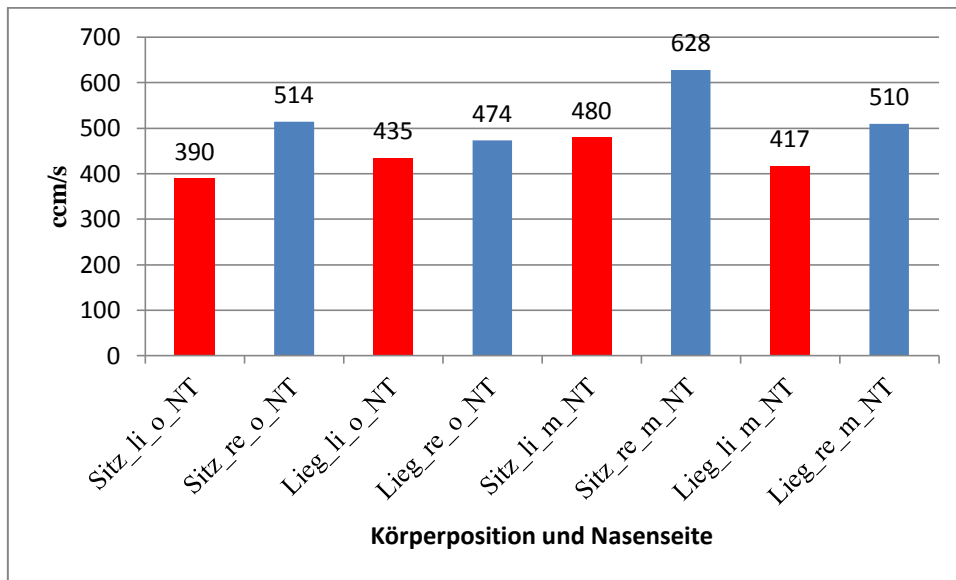


Abbildung 21: Kontrollgruppe (n=16): Rhinomanometrisch gemessener Flow, getrennt nach linker (rot) und rechter Seite (blau) sitzend und liegend, mit (_m_NT) und ohne (_o_NT) Nasentropfen mit dem jeweiligen Mittelwert.

4.2. Pneumotachygraphie

Den empfindlichsten Indikator für eine velopharyngeale Insuffizienz stellt der bilabiale Verschlusslaut /p/ dar. Durch die geschlossenen Lippen wird der pulmonale Luftstrom gestaut, und der Innendruck von Mundhöhle und Pharynx steigt dementsprechend an. Die dorsale Abdichtung muss allein das Velum palatinum gewährleisten, das sich an die dorsokraniale Pharynxwand anlegt. In den hier verwendeten Logatomen steht vor und nach dem Verschlusslaut jeweils der Vokal /a/. Dieser wird in der phonetischen Terminologie auch als der „offenste“ Vokal bezeichnet und ist jener Vokal, bei dem das Zungendorsum die kaudalste Position erreicht. Dies wird durch den M. palatoglossus bewirkt, der gleichzeitig die Hebung des Gaumensegels (und somit die pharyngeale

Abdichtung) durch den M. levator veli palatini behindert. Dies ist der Grund, warum auch bei gesunden Sprechern bei dem Vokal /a/ eine bis zu 20 mm² große Öffnung im Velopharynx vorkommen kann, und zwar ohne dass dies den wahrnehmbaren Eindruck einer Nasalität erzeugt [BORDEN et al. 1994:119]. Aus den genannten Gründen ist die Indikatorfunktion des Parameters nasaler Luftverlust bei der Produktion von Verschlusslauten erst recht anzunehmen.

Abbildung 22 zeigt den transnasalen Luftverlust der Kinder der Kontrollgruppe, jeweils in aufsteigender Reihe nach dem Konsonanten /p/ geordnet. In der gesamten Gruppe zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Verschlusslauten (p zwischen 0,22 und 0,65, t-Test, zweiseitig, gepaart). Die absoluten Werte variieren zwischen 14 und 37 ml/s, wobei 13 der 16 Werte unter 25 ml/s betragen.

Da bei der Bildung von Verschlusslauten durch die Anhebung des weichen Gaumens noch ein Restvolumen aus dem Nasopharynx gedrückt wird, kommt es anfänglich kurz zu einem transnasalen Luftstrom. Dadurch ist selbst bei den gesunden Probanden ein geringer, nicht pathologischer Peakflow messbar. In der vorliegenden Arbeit konnten somit alle Werte oberhalb dieser Flow-Werte als pathologisch angesehen werden, was in Abbildung 23 auf die Patienten 1, 6, 7, 11, 14, 15 und 16 zutrifft.

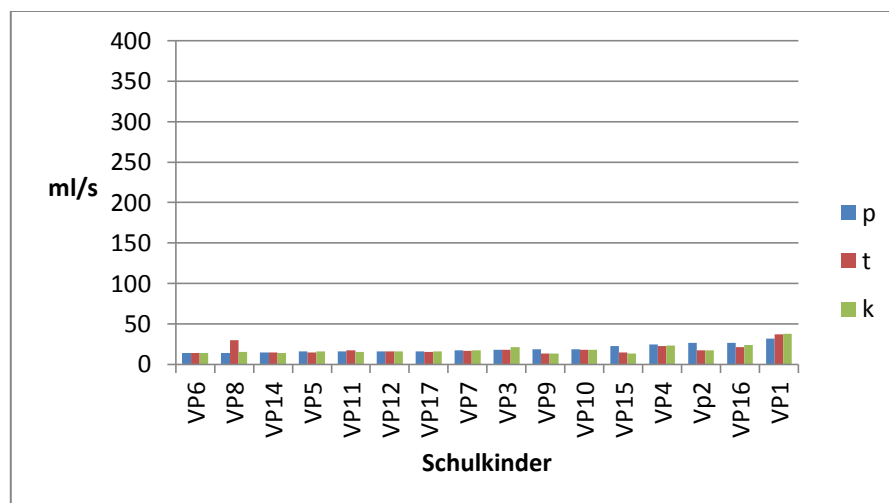


Abbildung 22: Kontrollgruppe (n=17): Größe des nasalen Luftverlusts (Peakflow in ml/s)

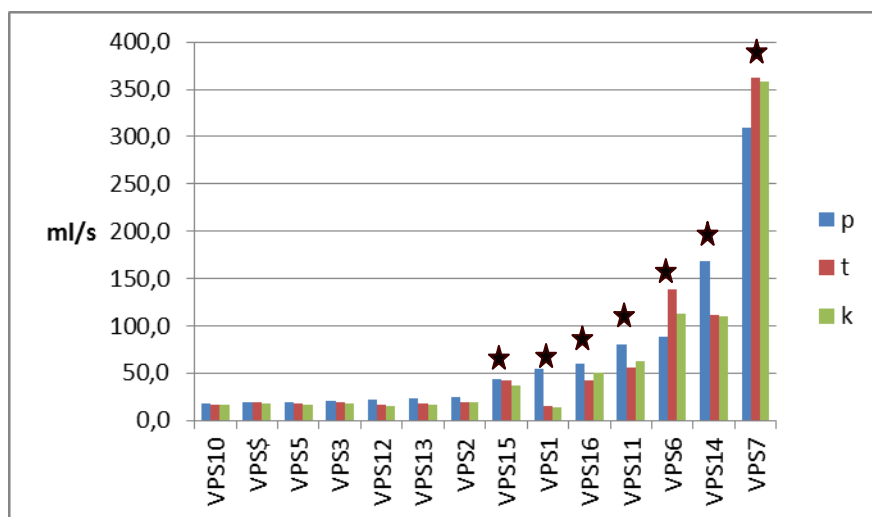


Abbildung 23: Patienten(n=14): Größe des nasalen Luftverlusts (Peakflow in ml/s). Mit [★] gekennzeichnete Patienten haben den größten Luftverlust und eine Spalte mit Gaumenbeteiligung.

Abbildung 23 zeigt analog zu Abbildung 22 den transnasalen Luftverlust bei den Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Es fällt zunächst auf, dass bis zu einem Flow von circa 25 ml/s keine Unterschiede hinsichtlich der Artikulationsstelle des Verschlusslautes bestehen. Dies trifft für etwa 50% der Patienten zu (hier ist zu beachten, dass Patienten 8 und 9 wegen fehlerhafter Messungen nicht berücksichtigt wurden). Bei 5 der 7 Patienten mit größeren nasalen Verlusten weist das bilabiale /p/ jeweils den größten Peakflow auf. Diese Beobachtung entspricht der bereits erwähnten Erwartung: je insuffizienter die velopharyngeale Funktion, desto stärker macht sich dies beim bilabialen Verschlusslaut bemerkbar. Ferner ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass alle 7 Patienten mit den größten nasalen Verlusten eine orofaziale Spalte mit Gaumenbeteiligung haben (Patienten 1, 16, 15 mit isolierter, Patienten 6, 7, 11 mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und Patient 14 mit beidseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte).

Der Vergleich der Messwerte aus beiden Gruppen von Probanden zeigt, dass die Unterschiede zwischen den drei Verschlusslauten /p/, /t/, /k/ nicht signifikant sind (p zwischen 0,29 und 0,6; t-Test, zweiseitig, nicht gepaart). Wird nun nicht nach dem Ort der Verschlussbildung differenziert, d.h. werden die Peakflow-Werte der drei Konsonanten zusammen betrachtet, liegen die Mittelwerte zwischen 18,6 ml/s und 59,7 ml/s und die Standardabweichungen zwischen 6,3 ml/s bzw. 71,5 ml/s. Der Unterschied zwischen beiden Kollektiven ist hochsignifikant (p= 0,00000007, t-Test, zweiseitig, nicht gepaart).

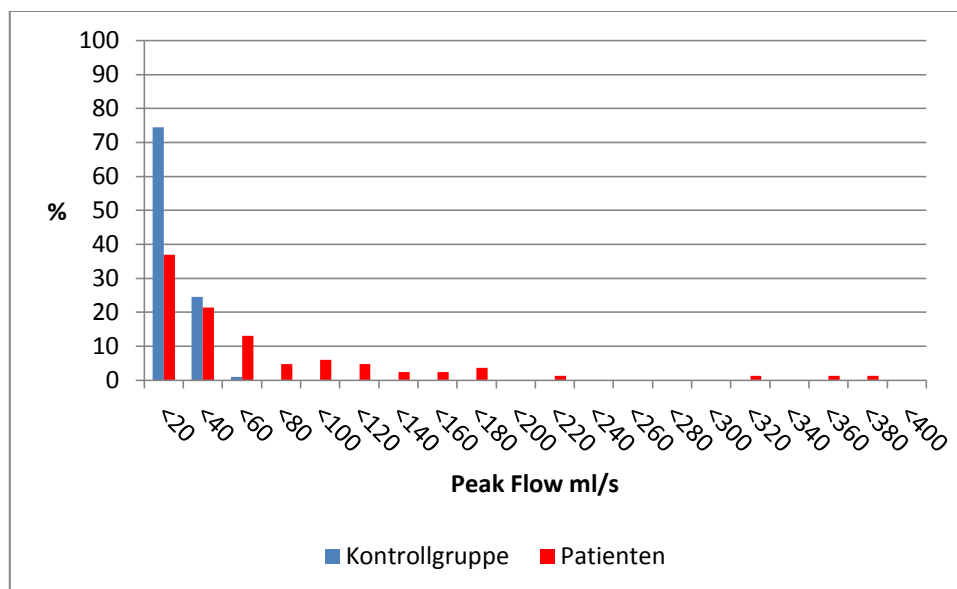


Abbildung 24: Vergleich Peakflow-Werte (in ml/s) der Patienten (n=14, rot) und Kontrollgruppe (n=17, blau) mittels der prozentualen Verteilung innerhalb der Gruppen

Auffällig ist dabei, dass die Standardabweichung der Patienten den Mittelwert übersteigt. Abbildung 24 zeigt die prozentuale Verteilung der Größenordnung des transnasalen Luftverlustes in den beiden Kollektiven. Bei den Probanden der Kontrollgruppe ist zu erkennen, dass bei 74% der betroffenen Konsonanten der Luftverlust kleiner als 20 ml/s ist. Bei den Spaltpatienten sind es hingegen nur 37%. Messwerte über 60 ml/s kommen ausschließlich bei den Spaltpatienten vor.

Bei den Untersuchungen wurde angenommen, dass ein höherer pulmonaler Luftdruck auch zu einer größeren nasalen Leckage führt. Dies wurde an Hand der Position des Verschlusslautes vor dem Vokal /a/ in betonter und unbetonter Position analysiert. Laut KOHLER [1995:85] kann das akustische Korrelat (phonetisch: die sog. Prominenz) u.a. die Erhöhung der Lautstärke oder des Stimmtons sein. Beide Parameter bedingen sich gegenseitig. Der pulmonale (subglottale) Luftdruck stellt das physiologische Gegenstück dar. In dem für diese Arbeit benutzten Logatom a_K1_a_K2_a (K= /p/, /t/, /k/) wurden die Peakflow-Werte der Konsonanten vor dem betonten /a/ (K1) und dem unbetonten /a/ (K2) ermittelt. Tabelle 7 zeigt Mittelwerte und Standardabweichungen für die beiden Probandengruppen.

	K1 MW	K1 STABW	K2 MW	K2 STABW	Anz. Mess.
Kontrollgruppe (n=17)	17,4	8,3	17,1	8,3	51
Patienten (n=14)	64,5	86,9	54,9	52,4	42

Tabelle 7: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (STABW) des nasalen Luftverlusts in der Verschlussphase von /p/,/t/,/k/ vor betontem (K1) und unbetontem (K2) Vokal /a/ im Logatom.

Bei der gesunden Kontrollgruppe ist der Unterschied des Peakflow zwischen betonten und unbetonten Verschlusslauten nicht signifikant ($p=0,15$, t-Test, einseitig, gepaart). Bei den Patienten ist der Unterschied knapp signifikant ($p=0,05$, t-Test, einseitig, gepaart). Auffallend ist hier, dass der Betrag der Standardabweichung der Werte in betonter Position sogar größer ist als der Mittelwert. Bei dem Vergleich beider Probandengruppen miteinander fällt für beide Positionen die deutliche Differenz (46,6 ml/s bzw. 37,1 ml/s) der Peakflow-Werte auf ($p=0,0002$, t-Test, zweiseitig, nicht gepaart).

Betrachtet man den Luftverlust bei dem Vokal /a/ in den drei Positionen im Logatom, so sieht man, dass der Luftverlust bei den Patienten deutlich größer ist als bei den Kontroll-Probanden. Abbildung 25 zeigt den transnasalen Luftverlust beider Gruppen im Vergleich. Der Unterschied sowohl zwischen den beiden Probandengruppen als auch zwischen den einzelnen Vokalen wird hier noch einmal deutlich. Die entsprechenden p-Werte sind in Tabelle 8 dargestellt (t-Test, zweiseitig, gepaart).

	a1 vs. a3	a1 vs. a2	a2 vs. a3
Patienten (n=14)	0,0008	0,0006	0,003
Kontrollgruppe (n=17)	1,4E-06	1,1E-08	5,2E-0,6

Tabelle 8: p-Werte (t-Test, zweiseitig, gepaart) der Patienten und Kontrollgruppe für den Luftverlust beim Vokal /a/ in den drei Positionen im Logatom

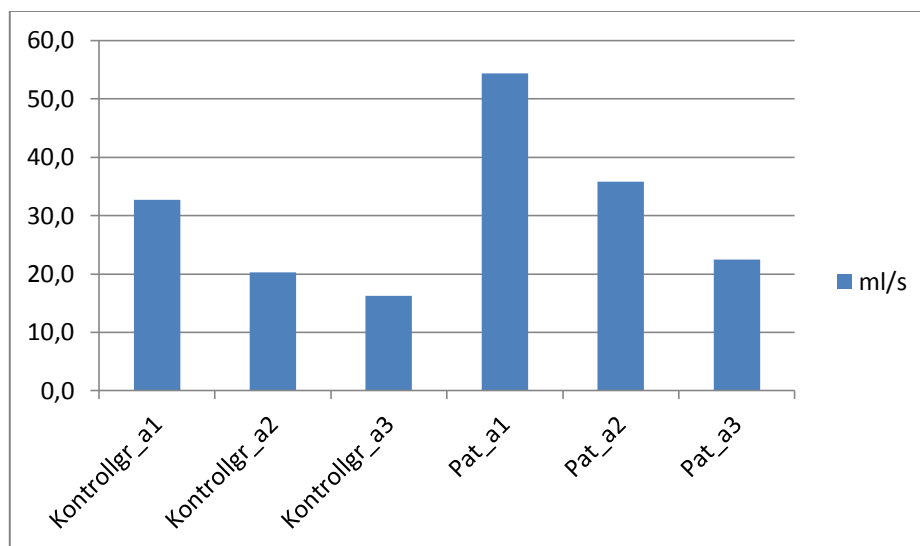


Abbildung 25: Transnasale Leckage bei der Artikulation der drei Vokale (a1,a2,a3) in den Logatomen /apapa/, /atata/, /akaka/ (ml/s) der Kontrollgruppe (n=17) und der Patientengruppe (n=14)

4.3. Fotometrie

Um eine Hauptfrage der vorliegenden Arbeit klären zu können, d.h. ob durch die Betrachtung und Untersuchung der äußeren Nase auf die Funktion des nasalen Systems geschlossen werden kann, wurden die biometrischen Daten aus der Fotoanalyse mit den Daten der rhinomanometrischen Untersuchung korreliert. Die untersuchten äußeren Merkmale sind die Breite der Nase (gemessen anhand des Abstandes zwischen beiden Nasenflügeln), die Ovalität der Nasenlocheingänge, bei der zwischen längs- und queroval unterschieden wurde, die Fläche der Nasenlochöffnungen und die Columellalänge. Zusätzlich wurden die Flächen der Nasenlochöffnungen bei den Patienten von Spalt- und Nicht-Spalt-Seite und bei der Kontrollgruppe von linker und rechter Seite miteinander verglichen.

Wie aus Abbildung 26 hervorgeht, beträgt die Breite der Nase bei den Patienten durchschnittlich 34,6 mm. Die Korrelation dieses Merkmals mit der Funktion (in Form des Flow) ist signifikant (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r = 0,57$, $p = 0,02$). Die Verteilung der Punkte zeigt allerdings die besten, d.h. höchsten Flow-Werte bei Nasenbreiten zwischen 27,3 mm und 34,5 mm. Diese Werte liegen nahe an dem Mittelwert für die Nasenflügelbreite der Kontrollgruppe (MW= 34,2 mm). Bei dieser Gruppe konnte jedoch kein signifikanter Einfluss der Nasenbreite auf die Funktion und umgekehrt gemessen werden (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r = 0,03$, $p = 0,45$). Der höchste Rhinomanometrie-Wert wurde bei einer Nasenflügelbreite von 34,99 mm

gemessen (siehe Abbildung 27). Die Standardabweichung der Nasenbreite betrug bei den Patienten 3,4 mm und bei der Kontrollgruppe 3,2 mm.

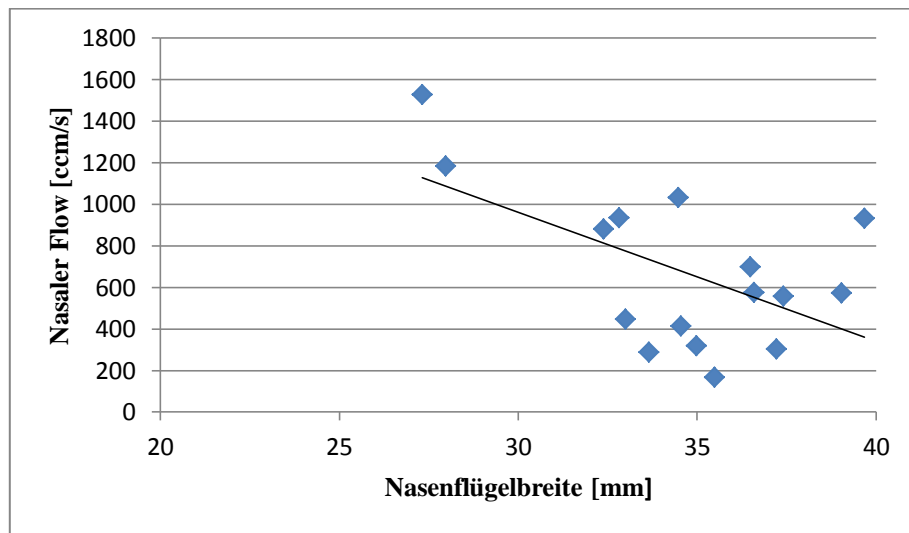


Abbildung 26: Patienten (n=16): Beziehung zwischen der Breite der Nase (in mm) und dem transnasalen rhinomanometrisch gemessenen Flow (in ccm/s)

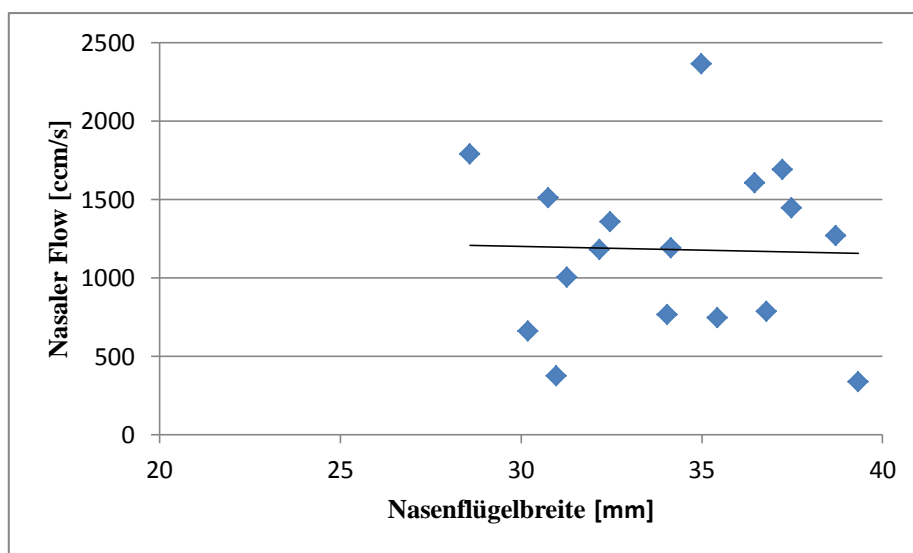


Abbildung 27: Kontrollgruppe (n=17): Beziehung zwischen der Breite der Nase (in mm) und dem transnasalen rhinomanometrisch gemessenen Flow (in ccm/s)

Wie in den Kapiteln 2.2. und 2.3. erläutert, kommt es bei Patienten mit orofazialen Spalten oftmals zu Wachstumsstörungen und Deformitäten des knöchernen und knorpeligen Nasengerüsts. Um dies genauer zu überprüfen, wurden die Ovalität der Nasenlöcher und deren Beziehung zur Nasenfunktion untersucht. Durch Muskelfehlinsertionen und Narbenzüge wird oftmals die Form der Nasenflügel und somit auch die der Nasenlöcher verändert. Es ist bekannt, dass durch eine Abflachung der Nase, z.B.

durch Narbenzug oder Kollabieren des spaltseitigen Nasenflügels, eine querovale Nasenloch-Form entstehen kann [HORCH 2007:515]. Ob ein Nasenloch quer- oder längsoval ist, wird in der vorliegenden Arbeit über den Quotienten von Höhe und Breite des Nasenlochs bestimmt. Alle Werte kleiner als 1 stehen somit für Querovalität, da die Breite größer ist als die Höhe, folglich bedeuten alle Werte größer als 1 eine Längsovalität. Die Querovalität liegt mehr als doppelt so häufig bei der Patientengruppe vor als bei der Kontrollgruppe (Verhältnis 9:4).

Abbildung 28 zeigt die Beziehung der Nasenlochform (Ovalität) zur Nasenfunktion im Patientenkollektiv. Diese Korrelation ist signifikant (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r = 0,40$, $p = 0,02$). Die größten Flow-Werte kommen bei den längsovalen Nasenöffnungen, also bei der physiologischen Form vor. Passend hierzu liegt der niedrigste Flow-Wert bei Querovalität vor. Auffallend ist, dass bei den für diese Arbeit untersuchten Patienten die Querovalität überwiegt. Das Verhältnis queroval zu längsoval beträgt 9:7.

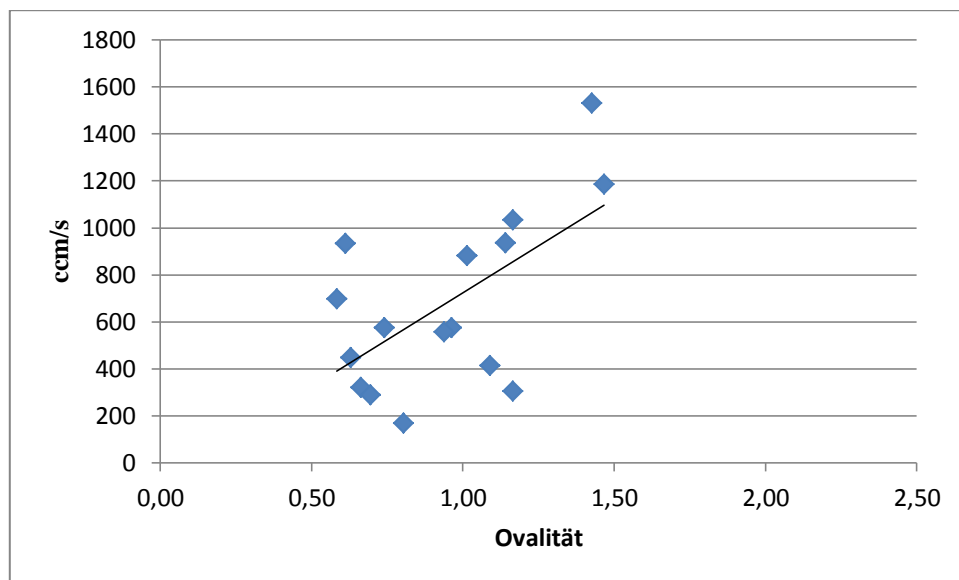


Abbildung 28: Patienten (n=16): Korrelation zwischen Ovalität der Nasenlöcher und der rhinomanometrisch gemessenen Funktion in ccm/s

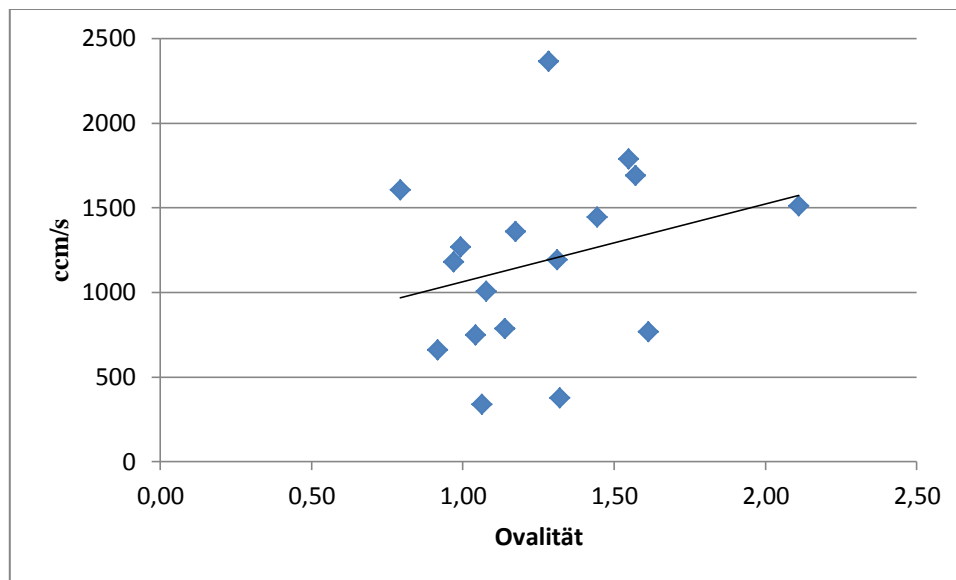


Abbildung 29: Kontrollgruppe (n=17): Korrelation zwischen Ovalität der Nasenlöcher und der rhinomanometrisch gemessenen Funktion in ccm/s

Wie bereits oben erwähnt, liegt bei der Kontrollgruppe die Mehrheit der Messpunkte im Bereich über 1 (Längsovalität). Siehe dazu Abbildung 29. Von 17 Probanden haben lediglich 4 querovale Nasenlöcher, der Großteil verfügt also über physiologisch geformte Nasenöffnungen. Für diese Gruppe konnte keine signifikante Beziehung zwischen Nasenlochform und Funktion festgestellt werden (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r = 0,30$, $p = 0,08$).

Zu den häufig auftretenden Deformitäten der Nase bei einseitig betroffenen LKG-Patienten gehören nicht nur die o.g. Querovalität der Nasenlöcher, sondern auch die Deviation des knorpeligen Nasenseptums, was zu asymmetrischen Größenverhältnissen der Öffnungsflächen des linken und rechten Nasenloches führt (siehe Kapitel 2.2.). Dementsprechend wurden für die Untersuchung der Nasenlochfläche die Patienten ausgewählt, die eine einseitige orofaziale Spalte besitzen ($n=10$). Hierbei wurde nicht zwischen linker und rechter Nasenseite, sondern zwischen Spalt- und Nicht-Spalt-Seite unterschieden, um die Unterschiede zwischen dem von Geburt an gesunden Naseneingang und der operativ rekonstruierten Seite besser analysieren zu können. Abbildung 30 zeigt die prozentualen Größenanteile der zwei Nasenlöcher an der Gesamtnasenlochfläche jeweils einer Person des Patientenkollektivs. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Größenverhältnis nicht ausgeglichen ist, sondern dass immer eine Seite größer ist als die andere. Bei 6 von 10 Patienten mit einseitiger Spalte war die Nicht-Spalt-Seite größer als die Spaltseite.

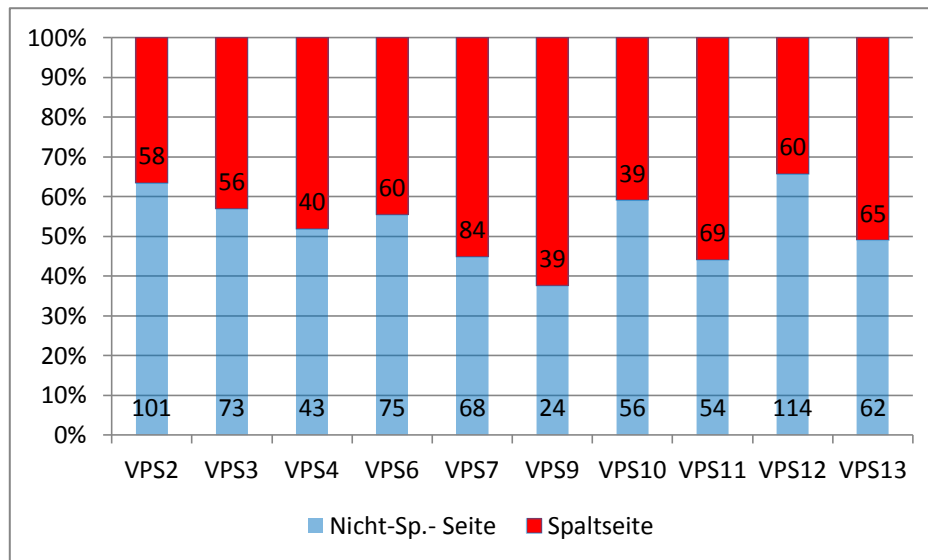


Abbildung 30: Patienten (n=10): Prozentuale Größenanteile der Nasenlöcher, aufgeteilt in Spaltseite (rot) und Nicht-Spalt-Seite (blau), an der Gesamtnasenlochfläche jeweils einer Person

Da bei den Kontroll-Probanden nicht zwischen einer gesunden und einer erkrankten Seite differenziert werden konnte, wurden hier die Werte für linkes und rechtes Nasenloch verglichen. Wie in Abbildung 31 zu erkennen ist, liegen hier ausgeglichene Größenverhältnisse als bei den Patienten vor. Es kommt jedoch auch hier nicht vor, dass zwei Nasenlöcher exakt gleich groß sind.

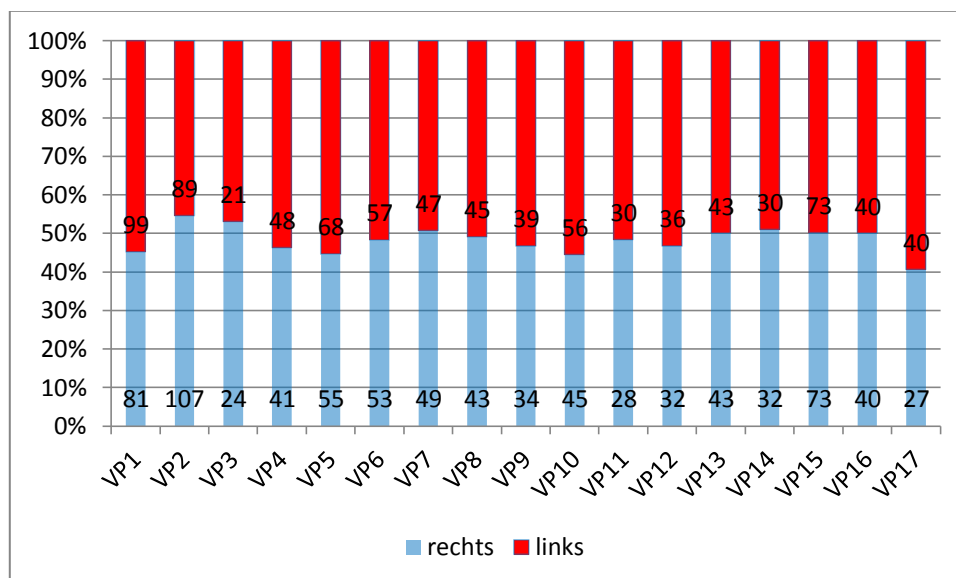


Abbildung 31: Kontrollgruppe (n=17): Prozentuale Größenanteile der Nasenlöcher, aufgeteilt in linke (rot) und rechte Seite (blau), an der Gesamtnasenlochfläche jeweils einer Person

Im Anschluss an die Erhebung der Größenverteilung der Nasenöffnungen wurde untersucht, ob es eine Korrelation zwischen Nasenlochfläche und Funktion gibt. Hierzu

wurden unter der Annahme, dass große Öffnungen große Rhinomanometrie-Werte bedeuten, diese beiden Größen miteinander korreliert. Abbildung 32 zeigt die graphische Darstellung der Analyse bei den Patienten (n=16).

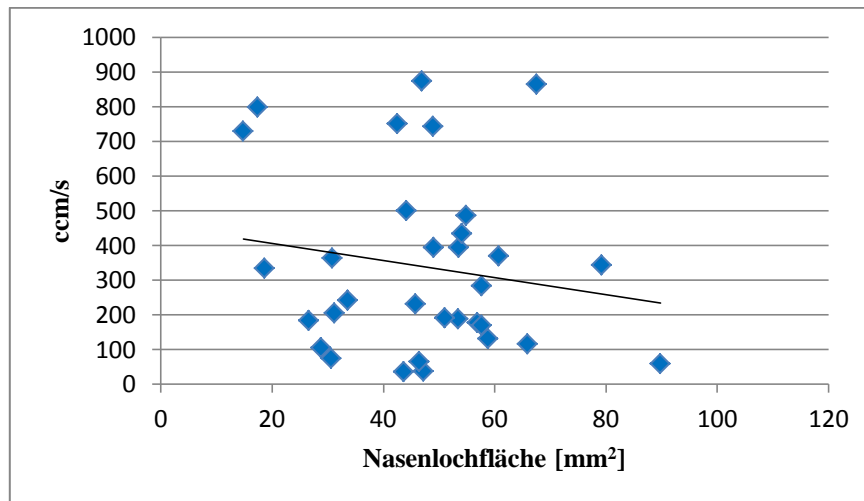


Abbildung 32: Patienten (n= 16 x 2 Nasenlöcher): Korrelation von Nasenlochfläche (in mm²) und rhinomanometrisch gemessener Nasenfunktion (in ccm/s)

Anhand der ungeordneten Verteilung der Messpunkte ist zu erkennen, dass keine eindeutige Beziehung zwischen den beiden Parametern besteht (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,16$, $p= 0,19$). Die Standardabweichung der Nasenlochfläche lag bei 17,4 mm² und für den Flow bei 256,8 ccm/s. Bei der gesunden Referenzgruppe konnte eine signifikante Korrelation zwischen Funktion und Nasenlochfläche ermittelt werden (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r= -0,30$, $p= 0,04$). Diese ist aber, wie in Abbildung 32 ablesbar ist, invers: Die größten Flow-Werte treten im Bereich von 30 bis 60 mm² auf. Bei größeren Flächenwerten werden die Flow-Werte kleiner (siehe Regressionsgerade). Die Standardabweichung für den Flow beträgt 306,3 ccm/s und für die Nasenlochfläche 21,1 mm².

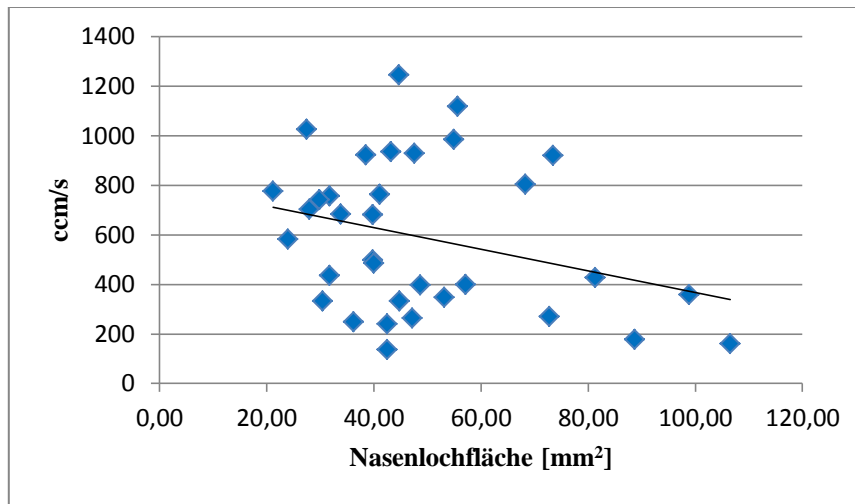


Abbildung 33: Kontrollgruppe (n= 17 x 2 Nasenlöcher): Korrelation von Nasenlochfläche (in mm²) und rhinomanometrisch gemessener Nasenfunktion (in ccm/s)

Ein weiteres Merkmal der Nase, das durch die unphysiologische Ausgangssituation und die anschließende Rekonstruktion von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten verändert sein kann, ist die Columella. Bei Patienten mit operierten orofazialen Spalten ist diese oftmals verkürzt, was auch eine Verziehung der Nasenbasis und der Naseneingänge zur Folge haben kann. Dies kommt vor allem bei Patienten mit beidseitiger Spalte vor [HORCH 2007:516]. Die folgende Abbildung 34 zeigt die Korrelation zwischen Columellalänge und rhinomanometrisch gemessener Nasenfunktion bei den Patienten. Hier ist anzumerken, dass ein Patient wegen fehlerhafter Messung von dieser Analyse ausgeschlossen werden musste. Es fällt auf, dass sich die Längen-Werte in einem Bereich von 5 mm bis 11 mm befinden. Die durchschnittliche Columellalänge beträgt in dieser Gruppe 8,8 mm. Die Standardabweichung liegt bei 1,5 mm. Die höchsten Flow-Werte wurden bei Columellalängen von 8 mm bis 10 mm gemessen. Es ergab sich jedoch keine signifikante Korrelation (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r = -0,05$, $p = 0,85$).

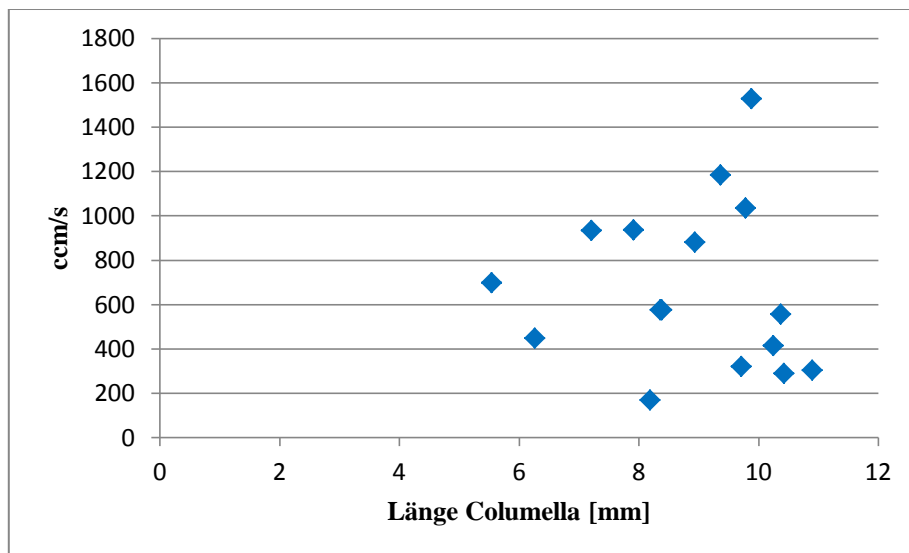


Abbildung 34: Patienten (n=15): Korrelation der Columellalänge (in mm) mit der rhinomanometrisch gemessenen Funktion (in ccm/s).

Im Gegensatz zu den Patienten beträgt die durchschnittliche Columellalänge bei der Kontrollgruppe 12,4 mm, also 3,6 mm mehr als bei den Patienten. Der Unterschied ist hoch signifikant ($p = 0,00019$, t-Test, zweiseitig, nicht gepaart). Die Korrelation zwischen Columellalänge und Nasenfunktion (dargestellt in Abbildung 35) ergibt bei der Kontrollgruppe ebenfalls kein signifikantes Ergebnis (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r = 0,03$, $p = 0,9$). Es ist zu erkennen, dass sich die höchsten Flow-Werte bei Columellalängen von 8,7 mm bis 14,4 mm befinden, was fast der kompletten Streuung aller Messwerte entspricht. Die Standardabweichung für die Columellalänge beträgt 3,05 mm und für den rhinomanometrisch gemessenen Flow 536,3 ccm/s.

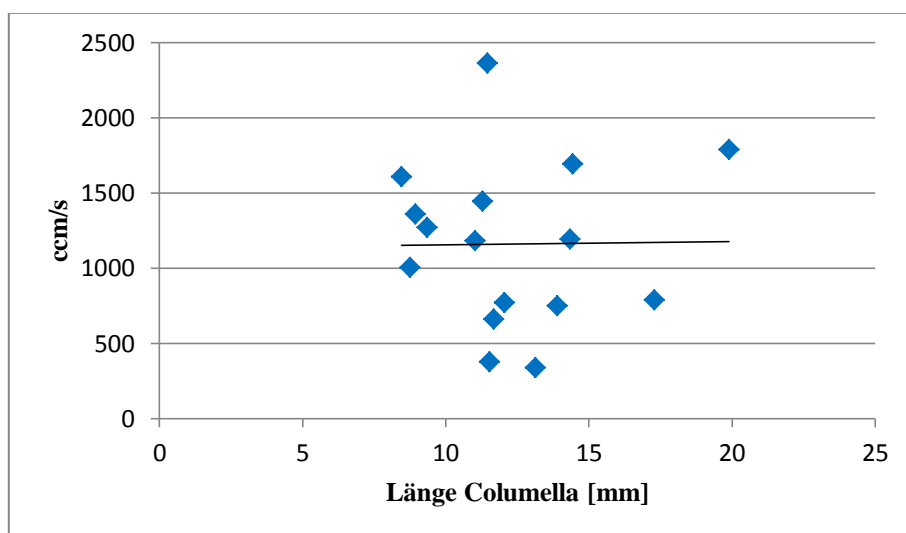


Abbildung 35: Kontrollgruppe (n=16): Korrelation der Columellalänge (in mm) und rhinomanometrisch gemessener Funktion (in ccm/s)

4.4. Fragebögen

Die Annahme, dass durch die Wachstumsabweichungen bei LKG-Patienten die Nasenfunktion eingeschränkt sein kann, wurde in Kapitel 4.1. bereits bestätigt. Um herausfinden zu können, wie die Probanden ihre Nasenfunktion subjektiv wahrnehmen und ob sie messbare Einschränkungen als solche auch registrieren, wurden die rhinomanometrisch ermittelten Flow-Werte mit den Antworten aus den Fragebögen korreliert. Die Ergebnisse werden in Tabelle 8 wiedergegeben. Zur besseren Übersicht stehen die signifikanten Werte links in der jeweiligen Spalte, geordnet nach Gruppenzugehörigkeit und Messbedingung. Im Folgenden wird auf die Korrelationen der einzelnen Antworten eingegangen. Die statistische Analyse erfolgte jeweils anhand der Spearman-Rangkorrelation.

In Frage 1 wurden die Probanden beider Gruppen befragt, ob die Aussage, dass ihnen das Einatmen durch die Nase schwerer falle als das Ausatmen, für sie zutreffe. Beide Gruppen antworteten ähnlich. Die Kontrollgruppe beantwortete diese Frage im Durchschnitt mit 3,5, die Patientengruppe mit 3,75. Beide Scores liegen auf dem Fragebogen zwischen „kann ich nicht genau sagen“ und „stimmt nicht“ (vgl. Kapitel 3.5.). Dementsprechend empfindet keine der beiden Gruppen einen Unterschied beim Ein- und Ausatmen durch die Nase, was besonders bei der Kontrollgruppe zu erwarten war. Bei beiden Gruppen ist die Übereinstimmung zwischen rhinomanometrisch gemessenem Flow und Antwort signifikant, jedoch ist die Signifikanz bei der Kontrollgruppe höher.

Bei Frage 2 wurde zwischen den beiden Atemwegseingängen unterschieden, Nase und Mund („Durch meine Nase bekomme ich schlechter Luft als durch den Mund.“). Bei der Kontrollgruppe korrelieren, wie zu erwarten, die hohen Flow-Werte mit den hohen Scores signifikant. Bei den Patienten ergaben nur die Daten der Messungen in der Bedingung „sitzend gesamt mit Nasentropfen“ und „sitzend rechts mit Nasentropfen“ eine signifikante Korrelation.

Frage 3 („Meistens atme ich durch den Mund“) ist im Prinzip die Überprüfung von Frage 2, da eine Mundatmung häufig durch eine behinderte Nasenatmung ausgelöst werden kann. Der durchschnittliche Score der Kontrollgruppe ist 3,2 („kann ich nicht genau sagen“), wobei 2 der 17 Probanden die Frage bejahten (Antwort 1) und 4 absolut verneinten (Antwort 5). Bei den Patienten gibt es zweimal eine negative Korrelation. Hier antworteten die Kinder durchschnittlich mit 1,8, was der Antwort „stimmt manchmal“ entspricht. Erwähnenswert ist, dass 9 von 16 Befragten hierbei die

kategorische Antwort 1 („stimmt genau“) verwendeten. Es besteht also eine leichte Tendenz dafür, dass Patienten mit orofazialen Spalten die reduzierte Nasenatmung durch Mundatmung kompensieren.

In Bezug auf Frage 4 („Meine Nase fühlt sich oft verstopft an“) ergibt sich bei der Kontrollgruppe eine signifikante Korrelation zwischen Score und Flow: 9 von 17 Probanden verneinten die Aussage (Antwort 4 oder 5). Bei den Patienten verneinten nur 3 von insgesamt 16 Personen. 11 Patienten bejahten dagegen Antwortoptionen 1 („stimmt genau“) oder 2 („stimmt manchmal“). Ein obstruktives Gefühl in der Nase scheint dementsprechend bei einem Großteil der Patienten wahrgenommen zu werden.

Strömungshindernisse können unphysiologische Turbulenzen in der Nase erzeugen, die wiederum die Nasenschleimhäute daran hindern, die Atemluft adäquat zu befeuchten (siehe Kapitel 2.4). Aus diesem Grund wurden die Probanden in Frage 5 gefragt, ob sich ihre Nasenschleimhäute manchmal trocken anfühlen. Diesbezüglich gab es zwei signifikante Korrelationen zwischen Score und Flow in der Kontrollgruppe (jeweils rechts und links im Liegen mit Nasentropfen). Der durchschnittliche Score von 3,5 liegt zwischen „kann ich nicht genau sagen“ und „stimmt nicht“. Die Patienten antworteten im Mittel mit 3,4 („kann ich nicht genau sagen“). Die Korrelationen dieses Kollektivs waren nicht signifikant.

Die Antworten auf die Frage 6, ob die Probanden häufiger an Schnupfen leiden, ergaben lediglich bei der Referenzgruppe signifikante Beziehungen zum Flow. Der große Durchschnittsflow (z.B. sitzend links / rechts ohne Nasentropfen 402,4 ccm/s / 543,1 ccm/s) und der mittelhohe Score 2,8 („kann ich nicht genau sagen“) machen dies deutlich.

Fragen 7 und 8 beziehen sich auf eventuell wahrgenommene Seitenunterschiede bei der Nasenatmung („links schlechter als rechts“ Frage 7, bzw. „rechts schlechter als links“ Frage 8). Der Durchschnittsscore der Kontrollgruppe beträgt 3,6. Da man bei gesunden Kindern keine Seitenunterschiede vermutet, wurde Frage 8 („rechts schlechter als links“) erwartungsgemäß fast wie Frage 7 beantwortet (3,1). Signifikante Übereinstimmungen von Score und Flow gibt es in der Kontrollgruppe, bei sitzend rechts ohne Nasentropfen und liegend rechts ohne Nasentropfen. Hieraus ist zu schließen, dass die Probanden der Kontrollgruppe keine Seitenunterschiede in ihrer Nasenatmung wahrnehmen, obwohl sich diese im Flow darstellen.

Da sich die Nasenanatomie bei den Patienten nicht nur in links und rechts, sondern auch in Spalt- und Nicht-Spaltseite unterteilen lässt, wurden 10 Patienten mit einseitiger und 5 Patienten mit isolierter Gaumenspalte hinsichtlich der Antworten in Bezug auf die Seite der Spalte untersucht. Da bei Patienten mit isolierter Gaumenspalte keine Lippenbeteiligung besteht und die Gaumenspalte stets mittig liegt, kann keine Spaltseite festgelegt werden. Diese Untergruppe diente als Kontrollgruppe, da hier zu erwarten war, dass beide Fragen gleich beantwortet wurden. Da die Patientenzahlen in den Untergruppen nicht ausreichten, um statistische Korrelationen zu erstellen, erfolgt die Analyse direkt anhand der Messwerte. Abbildungen 36 und 37 stellen die subjektive Einschätzung der Patienten in Abhängigkeit von der Seite und die Beziehung zum rhinomanometrisch gemessenen Flow dar. In Abbildung 36 ist deutlich zu erkennen, dass die Patienten, die auf Frage 7 („Es ist schwerer, durch mein linkes Nasenloch zu atmen, als durch mein rechtes“) mit Zustimmung und auf Frage 8 („Es ist schwerer, durch mein rechtes Nasenloch zu atmen, als durch mein linkes“) mit Ablehnung geantwortet haben, auch ihre Spalte auf der linken Seite haben. Erwartungsgemäß ist das Ergebnis der Patienten mit rechtsseitiger Spalte spiegelbildlich. Es scheint also ein subjektiv wahrnehmbarer Seitenunterschied zu Ungunsten der Spaltseite zu existieren. Die Untergruppe mit isolierter Gaumenspalte verneinte sowohl Frage 7 als auch Frage 8. Dies bedeutet, dass diese Patienten erwartungsgemäß keinen eindeutigen Seitenunterschied wahrnehmen.

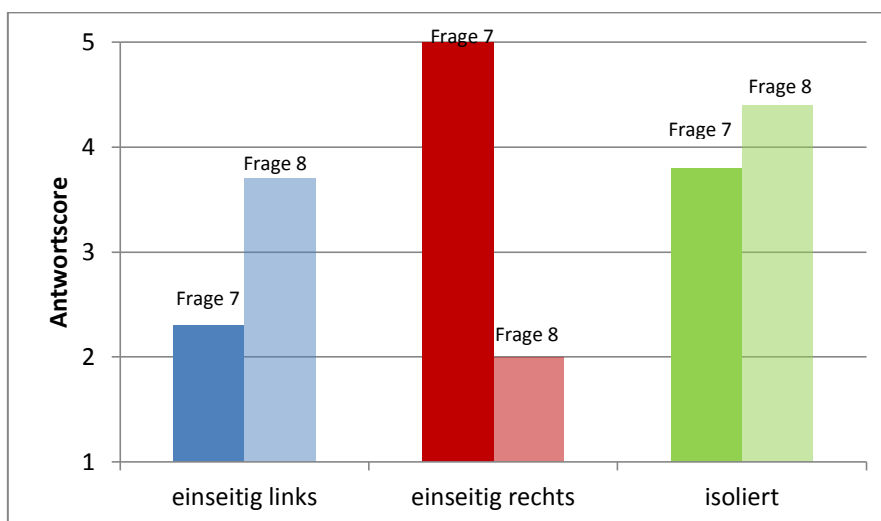


Abbildung 36: Patienten (n= 15): Antwortscore der Patienten mit einseitiger orofazialer Spalte und isolierter Gaumenspalte, aufgeschlüsselt nach Spalttyp (linksseitige (einseitig links) oder rechtsseitige (einseitig rechts) orofaziale Spalte und isolierter Gaumenspalte). Linke Balken stellen den Score für Frage 7 („Es ist schwerer, durch mein linkes Nasenloch zu atmen, als durch mein rechtes“) und rechte Balken den Score für Frage 8 („Es ist schwerer, durch mein rechtes Nasenloch zu atmen, als durch mein linkes“) dar. Score: 1= „stimmt genau“, 2= „stimmt manchmal“, 3= „kann ich nicht genau sagen“, 4= „stimmt nicht“, 5= „stimmt überhaupt nicht“.

Abbildung 37 zeigt die Beziehung zwischen dem rhinomanometrisch gemessenen Flow unter den verschiedenen Messbedingungen, sortiert nach dem Spalttyp. Es ist zu erkennen, dass die Patienten mit einseitiger rechter Spalte im Vergleich auf der Spaltseite schlechter Luft durch die Nase bekommen als links. Bei den Patienten mit einseitiger linker Spalte ist es ebenfalls so, dass sowohl beim Liegen und Sitzen mit Nasentropfen die Nicht-Spaltseite besser durchgängig ist. Dies entspricht in beiden Fällen auch den Antworten auf Frage 7 und 8. Bei der Gruppe mit isolierten Gaumenspalten sind im Durchschnitt die Flow-Werte für die rechte Seite größer. Dies ist aber nicht anhand der Antworten erkennbar. Zusammenfassend für Frage 7 und 8 ergibt sich das Bild, dass die subjektive Einschätzung der Patienten hinsichtlich der Seitenunterschiede mit den gemessenen Flow-Werten übereinstimmt. Die betroffene Spaltseite ist schlechter luftgängig als die gesunde Nicht-Spaltseite. Erwartungsgemäß gibt es bei den Patienten mit isolierter Gaumenspalte keine wahrgenommene und nur eine kleine messbare Seitendifferenz.

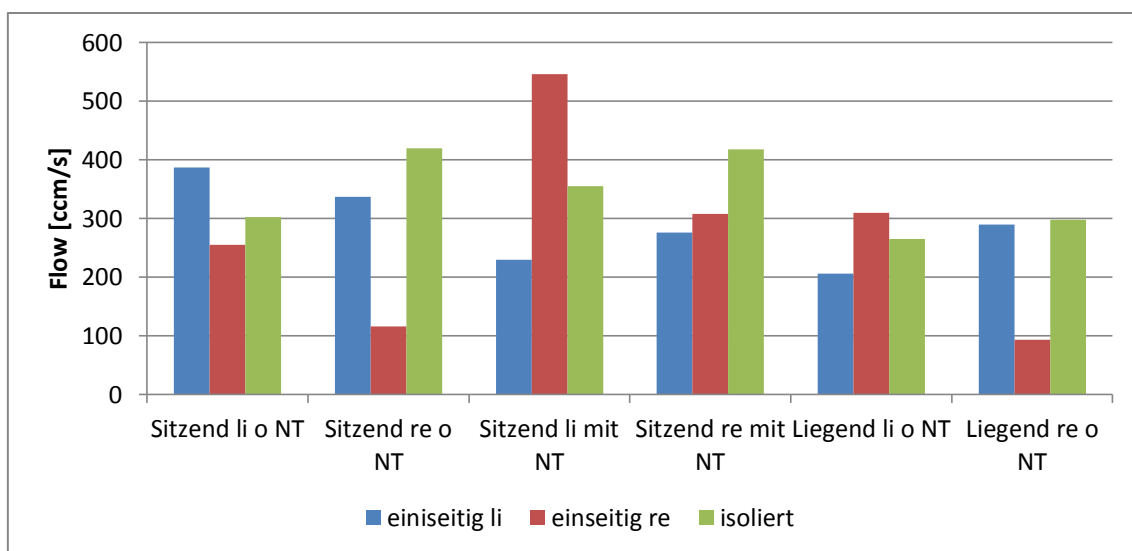


Abbildung 37: Patienten (n=16): Rhinomanometrie-Werte (Flow [ccm/s]) aufgeschlüsselt nach Messbedingungen (Sitzend li o NT = sitzend links ohne Nasentropfen, Sitzend re o NT= sitzend rechts ohne Nasentropfen, Sitzend li mit NT= sitzend links mit Nasentropfen, Sitzend re mit NT= sitzend rechts mit Nasentropfen, Liegend li o NT= liegend links ohne Nasentropfen, Liegend re o NT= liegend rechts ohne Nasentropfen) und Spalttyp (einseitig links (blau), einseitig rechts (rot), isolierte Gaumenspalte (grün)).

Die Wahrnehmung der Atmung unter aktiver körperlicher Belastung wurde mittels Frage 9 („Beim Spielen und Sport bekomme ich nicht gut Luft durch die Nase“) untersucht. Hauptsächlich korrelieren hier die Antwortwerte der gesunden Schulkinder mit den Flow-Werten. Bei den Patienten ist teilweise eine umgekehrte Beziehung zu erkennen, z.B. sitzend links mit NT, liegend links ohne NT. Die durchschnittlichen Scores betragen hier 2,9 bei den Gesunden und 3,4 bei den Patienten. Bei den Patienten stimmten 7 von 16 Probanden der Aussage zu, 9 verneinten sie kategorisch.

Aufgeschlüsselt nach Spalttypen ergab sich folgende Verteilung: Die 6 Patienten mit linksseitiger Spalte antworteten im Mittel mit einem Score von 3,3 („kann ich nicht genau sagen“), die 4 Patienten mit rechtsseitiger Spalte antworteten ähnlich mit durchschnittlich 3,25, der Patient mit beidseitiger Spalte verneinte mit 4,0 und die 5 Patienten mit isolierter Gaumenspalte ergaben einen Score von 3,4. In der Kontrollgruppe lag die Antwortenverteilung von 17 Probanden bei 8 Zustimmungen und 7 Verneinungen. Die restlichen Teilnehmer antworteten neutral mit 3 („kann ich nicht genau sagen“).

Fragen 10 und 11 beziehen sich auf die Wahrnehmung der Nasenatmung beim Schlafen (Frage 10), und ob sich eventuelle Defizite auch offensichtlich bemerkbar machen, z.B. durch Schnarchen (Frage 11). Hier sollte das Augenmerk besonders auf die Korrelationen mit den Flow-Werten in liegender Position gelegt werden. Bei den Patienten deutet sich nur auf der linken Seite (liegend ohne Nasentropfen) eine umgekehrte Beziehung an (niedriger Flow: MW= 245,8 ccm/s und Score MW= 3,1), diese ist aber nicht signifikant. Lediglich beide Korrelationen für das rechte Nasenloch in sitzender Position sind signifikant. Aufgeschlüsselt nach den Patienten-Untergruppen ergab sich bei den Patienten mit linksseitiger Spalte 3,0 („kann ich nicht genau sagen“), bei den rechtsseitig betroffenen Patienten 2,75 und bei den Patienten mit isolierter Gaumenspalte 3,4. Der Patient mit beidseitiger Spalte antwortete mit 2,0. Wie bei Frage 9 ergab sich kein eindeutiges Antwortmuster, in jeder Gruppe wurde mit allen Antwortzahlen geantwortet. Bei den Kindern der Kontrollgruppe besteht nur für die rechte Seite im Liegen eine signifikante Beziehung. Der durchschnittliche Flow liegt hier bei 516,8 ccm/s, und die Frage wurde mit 3,2 beantwortet. Bei Frage 11 stimmten von 16 Patienten 12 zu. Davon haben 10 Antworten den Wert 1 („stimmt genau“), und 2 den Wert 2 („stimmt manchmal“). Von den übrigen 4 Patienten antworteten 3 mit 5 („stimmt überhaupt nicht“) und einer mit 3 („kann ich nicht genau sagen“). Der Gruppen-Score ergibt 2. Interessanter Weise antworteten bei den 6 Patienten mit linksseitiger Spalte 5 mit 1 („stimmt genau“) und einer mit 5 („stimmt überhaupt nicht“). Bei den 4 Patienten mit rechtsseitiger Spalte antworteten 2 mit 1, einer mit 5 und einer mit 3 („kann ich nicht genau sagen“). Von den 5 Patienten mit isolierter Gaumenspalte gaben 4 die Antwort 1 und einer die Antwort 5. Zusammengefasst bejahten 5 von 6 linksseitig betroffenen, 2 von 4 rechtsseitig betroffenen und 4 von 5 Patienten mit isolierter Gaumenspalte die Frage 11. Die Verteilung zeigt, dass es weder von der Spaltart (isolierte Gaumenspalte oder einseitige Spalte) noch der Spaltseite abzuhängen scheint, ob ein Kind schnarcht. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind mit einer

orofazialen Spalte schnarchen könnte, ist aber groß.

Die Teilnehmer der Kontrollgruppe antworteten fast genau umgekehrt. Die Durchschnittsantwort ist hier 4,1, und von den 17 Probanden antworteten 10 mit 5 („stimmt überhaupt nicht“), 3 mit 4 („stimmt nicht“), einer mit 3 („kann ich nicht genau sagen“), 2 mit 2 („stimmt manchmal“) und 2 mit 1 („stimmt genau“). Die Korrelationen der Patienten sind nicht signifikant, die der Kontrollgruppe ergeben Signifikanzen in den Bedingungen „sitzend rechts mit Nasentropfen“ und „ohne Nasentropfen“, sowie „liegend rechts ohne Nasentropfen“ und „sitzend gesamt mit Nasentropfen“ (d.h. links und rechts). Das Verhältnis zwischen schnarchenden Patienten und schnarchenden Probanden der Kontrollgruppe ist 3:1.

Frage im Fragebogen	Patienten	Kontrollgruppe
1. Das Einatmen durch die Nase fällt mir schwerer als das Ausatmen.		
sitzend, links, ohne NT	0.43 *	0,34
sitzend, rechts, ohne NT	0,12	0.76 ***
sitzend, links, mit NT	0.61 **	0.43 *
sitzend, rechts, mit NT	0.45 *	0.54 *
liegend, links, ohne NT	0,37	0,36
liegend, rechts, ohne NT	-0,09	0.76 ***
sitzend, gesamt, mit NT	0.68 **	0.48 *
2. Durch meine Nase bekomme ich schlechter Luft als durch den Mund.		
sitzend, links, ohne NT	0,18	0,29
sitzend, rechts, ohne NT	0,39	0.77 ***
sitzend, links, mit NT	0,41	0.50 *
sitzend, rechts, mit NT	0.54 *	0.65 **
liegend, links, ohne NT	0,18	0,35
liegend, rechts, ohne NT	0,27	0.69 ***
sitzend, gesamt, mit NT	0.53 *	0.62 **
3. Meistens atme ich durch den Mund.		
sitzend, links, ohne NT	-0,15	-0,05
sitzend, rechts, ohne NT	0,22	0.49 *
sitzend, links, mit NT	-0.42*	0.65 **
sitzend, rechts, mit NT	0,17	0.43 *
liegend, links, ohne NT	-0.43 *	0,21
liegend, rechts, ohne NT	0,01	0.50 *
sitzend, gesamt, mit NT	-0,23	0.63 **

4. Meine Nase fühlt sich oft verstopft an.		
sitzend, links, ohne NT	0,29	0,39
sitzend, rechts, ohne NT	-0,04	0.52 *
sitzend, links, mit NT	0.46 *	0,19
sitzend, rechts, mit NT	0,21	0.66 **
liegend, links, ohne NT	0,31	0,27
liegend, rechts, ohne NT	-0,14	0.65 **
sitzend, gesamt, mit NT	0,39	0.45 *
5. Meine Nasenschleimhäute fühlen sich manchmal trocken an.		
sitzend, links, ohne NT	0,13	0,18
sitzend, rechts, ohne NT	0,28	0,32
sitzend, links, mit NT	-0,20	0,1
sitzend, rechts, mit NT	-0,06	0,18
liegend, links, ohne NT	0,03	0.48 *
liegend, rechts, ohne NT	0,27	0.45 *
sitzend, gesamt, mit NT	-0,28	0,09
6. Ich habe häufig Schnupfen.		
sitzend, links, ohne NT	-0,17	0.63 **
sitzend, rechts, ohne NT	-0,06	0.55 **
sitzend, links, mit NT	-0,21	0,26
sitzend, rechts, mit NT	-0,13	0.58 **
liegend, links, ohne NT	0,1	0.42 *
liegend, rechts, ohne NT	0,21	0.53 *
sitzend, gesamt, mit NT	-0,29	0.47 *
7. Es ist schwerer, durch mein linkes Nasenloch zu atmen als durch mein rechtes.	Ergebnisse der Patienten für diese Frage sind in Abbildungen 36 und 37 dargestellt	
sitzend, links, ohne NT		0,28
sitzend, rechts, ohne NT		0.45 *
sitzend, links, mit NT		0,26
sitzend, rechts, mit NT		-0,06
liegend, links, ohne NT		0,34
liegend, rechts, ohne NT		0,3
sitzend, gesamt, mit NT		0,03

8. Es ist schwerer, durch mein rechtes Nasenloch zu atmen als durch mein linkes.	Ergebnisse der Patienten für diese Frage sind in Abbildungen 36 und 37 dargestellt	
sitzend, links, ohne NT		0,23
sitzend, rechts, ohne NT		0.58 **
sitzend, links, mit NT		0,02
sitzend, rechts, mit NT		0.46 *
liegend, links, ohne NT		0,25
liegend, rechts, ohne NT		0.58 **
sitzend, gesamt, mit NT		0,25
9. Beim Spielen und Sport bekomme ich nicht gut Luft durch die Nase		
sitzend, links, ohne NT	0,18	0.59 **
sitzend, rechts, ohne NT	0,36	0.49 *
sitzend, links, mit NT	-0,08	0,15
sitzend, rechts, mit NT	0.68 **	0.49 *
liegend, links, ohne NT	-0,15	0.61 **
liegend, rechts, ohne NT	0,1	0.46 *
sitzend, gesamt, mit NT	0,15	0,34
10. Beim Schlafen bekomme ich nicht gut Luft durch die Nase		
sitzend, links, ohne NT	0,16	-0,02
sitzend, rechts, ohne NT	0.48 *	0,38
sitzend, links, mit NT	-0,01	0.51 *
sitzend, rechts, mit NT	0.45 *	0.45 *
liegend, links, ohne NT	-0,2	0,3
liegend, rechts, ohne NT	0,33	0.45 *
sitzend, gesamt, mit NT	0,16	0.57 **
11. Mir wurde schon mal gesagt, dass ich schnarche.		
sitzend, links, ohne NT	-0,12	0,22
sitzend, rechts, ohne NT	-0,04	0.50 *
sitzend, links, mit NT	-0,05	0,38
sitzend, rechts, mit NT	-0,11	0.73 ***
liegend, links, ohne NT	0,01	0,14
liegend, rechts, ohne NT	-0,12	0.57 **
sitzend, gesamt, mit NT	-0,13	0.64 **

Tabelle 9: Korrelation zwischen Fragen im Fragebogen und rhinomanometrisch gemessenem nasalem Flow.
* bedeutet < 0,05, ** bedeutet < 0,01, *** bedeutet < 0,001 (Rangkorrelation nach Spearman)

5. Diskussion

5.1. Methode

Hauptaufgabe der vorliegenden Arbeit war es herauszufinden, ob bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten durch die Analyse bestimmter anatomischer Parameter des Gesichtes auf die Funktion der betroffenen Organe (Nase, Nasopharynx, Mund) geschlossen werden kann. Hierzu wurden die nichtinvasiven Methoden der Rhinomanometrie, Pneumotachygraphie und Fotometrie angewandt, die sich für Probanden im Kindesalter als äußerst praktikabel darstellten.

Die Fotometrie ist neben der direkten Betrachtung des Gesichtes eine einfache Methode, Asymmetrien und andere Abnormalitäten zu erkennen. Eine der Hauptfragen war: Kann schon diese Untersuchung dem behandelnden Arzt ausreichen, um den funktionellen Zustand der Nase und des Nasopharynx eines Patienten zu beurteilen und aus diesen Erkenntnissen möglicherweise die Indikation zu weiteren Tests zu stellen? Wäre dies möglich, ergäbe sich hieraus eine Vereinfachung des Untersuchungsablaufes, und diese wiederum könnte bei der Auswahl von weiteren Behandlungsmaßnahmen hilfreich sein. Dies würde für die hauptsächlich sehr jungen Patienten bedeuten, dass durch die Diagnostik mittels weniger, gezielt ausgewählter Tests die passende Therapie gefunden und die Rehabilitation eventuell beschleunigt werden könnte.

In der Fachliteratur finden sich zwar sowohl Studien mit Hilfe der o.g. Messmethoden, als auch Studien über die subjektive Wahrnehmung von Patienten und Probanden, jedoch wurden diese nicht, wie schon von VERWOERD et al. [1995:50] vorgeschlagen, zu einander in Beziehung gesetzt. Nur die Verknüpfung aller Parameter macht es aber möglich, z.B. die real gemessene Nasenfunktion mit der subjektiv empfundenen zu vergleichen. So konnte z.B. in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden, dass eine messbar verminderte Nasendurchgängigkeit nicht zwangsläufig als Defizit wahrgenommen wird. Solche Erkenntnisse könnten in Zukunft die Entscheidung des Behandlers hinsichtlich der Frage bestimmen, ob weitere, u.U. chirurgische Behandlungsmaßnahmen erfolgen sollen. Anders herum betrachtet kann ein Behandler bei der Eigenwahrnehmung eines Problems durch den Patienten direkt weitere diagnostische Schritte einleiten, um dieses Problem gezielt zu behandeln.

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten stellen ein komplexes Krankheitsbild dar. Für jeden Patienten ist individuell unterschiedlich, in welchem Ausmaß jeder einzelne Teilbereich (Ästhetik, Sprechvermögen, Nasenatmung) beeinträchtigt wird und wie diese Auswirkungen wahrgenommen werden. Daher ist es sinnvoll, diesen Komplex mit allen seinen Teilbereichen im Detail, aber auch *in toto* zu untersuchen.

5.1.1. Probandenauswahl

Die Auswahl aller Probanden erfolgte unter dem Hauptaspekt, dass die Teilnehmer beider Gruppen möglichst im gleichen Alter sein sollten, damit sich alle ungefähr auf dem gleichen körperlichen Entwicklungsstand befanden. Hierbei erwies sich die Teilnahme einer gesamten Schulklasse als Vorteil. Da die Anzahl der in Frage kommenden Patienten in diesem Altersbereich relativ niedrig war, wurde hier die Altersgrenze um ein Jahr nach oben und unten verschoben, um eine statistisch besser auswertbare Patientenanzahl zu erhalten. Die Altersdifferenz zwischen beiden Gruppen betrug durchschnittlich 1,8 Jahre. In der Fachliteratur wurden weitaus größere Altersspannen innerhalb der Kollektive toleriert [BERMÜLLER et al. 2008:606, GROSSMANN et al. 2005:540, ROITHMANN et al. 2005:478, SMITH et al. 2004:247, WERKMEISTER et al. 2000:270]. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass die vorliegende Untersuchung als Pilotprojekt konzipiert wurde. Die relativ geringe Anzahl von Patienten und Probanden erschien für die Erkennung von Tendenzen und möglichen Zusammenhängen zwischen anatomischen und funktionellen Parametern hinreichend.

Innerhalb der Gruppe der Patienten konnten kleinere Untergruppen gebildet werden, z.B. geordnet nach Spaltseite, einseitigen oder beidseitigen Spalten oder Spalten mit und ohne Gaumenbeteiligung. Diese Untergruppierung ermöglicht die Differenzierung und den Vergleich der unterschiedlichen Krankheitsbilder. Aufgrund der geringen Probandenzahlen und der kleinen Untergruppen ist es fraglich, ob sich die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung verallgemeinern lassen. Dennoch ist aufgrund des Vergleichs der fast gleichaltrigen Kollektive und durch die detaillierte Betrachtung der Krankheitsbilder mit einem Erkenntnisfortschritt zu rechnen.

5.1.2. Messverfahren

Für die Erhebung der Messdaten wurden für die Vorgehensweise standardmäßig vorgesehene Geräte wie das Rhinomanometer und der Pneumotachygraph verwendet. Die fotografischen Aufnahmen erfolgten aus den für medizinische Untersuchungen üblichen Perspektiven. Vorteil aller Verfahren war die Nicht-Invasivität. In Anbetracht

der Tatsache, dass Kinder zu untersuchen waren, wurde außerdem Wert darauf gelegt, dass die Geräte einfach zu bedienen und anzulegen waren, und dass durch den einfachen Versuchsaufbau keine Angst vor den Apparaturen ausgelöst wurde. Somit wurden die uneingeschränkte Kooperation der Kinder gewährleistet und Messfehler vermieden.

Fotostatische Aufnahmen eignen sich sehr gut zur Analyse anatomischer Merkmale [COHEN et al. 2009:98-100, FARKAS et al. 1986:191-223, HOLLAND 2007:18-23, HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:255, JOHNSON und SANDY 2003:244, WERKMEISTER et al. 2000:270-273]. Dadurch, dass nicht direkt am Probanden gemessen wird, sondern auf Grundlage von immer aus denselben Perspektiven angefertigten fotografischen Aufnahmen, sind die Messungen zum einen erheblich genauer und zum anderen reproduzierbar. TANNER und WEINER [1949:145] betonen zusätzlich den Vorteil, dass weiche Strukturen auf einem Foto nicht eindrückbar und somit genauer zu vermessen sind. In der vorliegenden Arbeit stellte sich das Digora-Programm DfW2.5 als äußerst hilfreich heraus, da mit diesem nicht nur Strecken und Winkel ausgemessen werden konnten, sondern auch der bei Fotos entstehende „Verzerrungsfaktor“ mit Hilfe des aufgenommenen Zollstockes in Verbindung mit der Kalibrierfunktion korrigiert werden konnte. In der Literatur werden als die wichtigsten Strecken bei der Nasenvermessung die Nasenflügelbreite, die Columellalänge sowie die Höhe und Breite des Nasenlochs angegeben [HÜMPFNER-HIERL et al. 2003:256, ANASTASSOV et al. 1998:417-418, WERKMEISTER et al. 2000:271]. Da eine breite Nase aber auch über kleine Nasenlöcher und umgekehrt verfügen kann, bot es sich an, auch die Fläche der Nasenöffnung und deren Ausrichtung (Ovalität) mit einzubeziehen.

Die Rhinomanometrie ist die momentan am häufigsten angewandte Methode, um die Funktion der Nase seitenweise getrennt zu bestimmen [BERMÜLLER et al. 2008:605, CLEMENT und GORDTS 2005:172, COHEN et al. 2003:586, ZAPLETAL und CHALUPOVÁ 2002:174]. Vorteil bei der Anwendung eines Rhinomanometers ist, dass durch die direkte Aufzeichnung und graphische Darstellung der Nasenatmung die Messergebnisse sofort vorliegen und dass durch die internationale Standardisierung sowohl die Analyse als auch der Datenaustausch generell erleichtert werden [COLE 1989:314]. HÜMPFNER-HIERL et al. [2003:254] sind der Meinung, dass objektivierbare Untersuchungsmethoden, wie z.B. die Rhinomanometrie, für die Evaluation der Nasenfunktion und die Bewertung der eigenen Ergebnisse wichtig sind. Vor der Messung ist die Gabe von abschwellenden Nasentropfen zum einen nötig, um mukosale Schwellungen von skelettalen Strömungshindernissen zu unterscheiden und zum anderen, um die

willkürlichen, tagesbedingten Schwankungen im nasalen Zyklus auszuschalten [BERMÜLLER et al. 2008:605].

Die Pneumotachygraphie eignete sich für die Untersuchungen sehr gut, da durch die kleine Maske, die nur die Nase bedeckt, die Lippenmotorik nicht beeinträchtigt wird. Dies führt nicht so leicht zu Luftströmungen als Folge eines inkompletten Lippenschlusses und vermindert somit Messfehler. Zudem ist die Pneumotachygraphie eine objektive, in der Phonetik häufige gebrauchte Methode, um u.a. kleinste Unregelmäßigkeiten bei der Lautbildung zu detektieren und auch den betreffenden Laut exakt zeitlich zu bestimmen [BASTIAN et al. 1981:216]. Sowohl BORDEN et al. [1994:119] als auch ISSHIKI et al. [1968:306] stellten fest, dass eine velopharyngeale Öffnung vorliegen kann, ohne aber eine Wahrnehmung von Nasalität zu erzeugen. In den meisten Studien wurde die Lautbildung von Spezialisten über das Gehör (perzeptorisch) beurteilt [MURTHY et al. 2010:156, PHILIPS und HARRISON 1969:246, VAN DEMARK et al. 1979:230]. Ein Vorteil des Pneumotachygraphen ist, dass durch ihn auch kleinste, nicht hörbare Insuffizienzen erkannt und quantifiziert werden können [DALSTON et al. 1991:226]. SMITH et al. [2004:253] sind der Meinung, dass gerade bei jungen Patienten kleine Leckagen klinisch relevant sein können und daher vor allem Patienten mit orofazialen Spalten oder Verdacht auf okkulte Spalten diese Untersuchung erforderlich machen.

5.2. Ergebnisse

In den meisten Studien wurde bei Patienten mit orofazialen Spalten hauptsächlich die Nasenästhetik zusammen mit dem rhinomanometrisch gemessenen Flow untersucht [COHEN et al. 2003, HUEMPFNER-HIERL et al. 2003, HUEMPFNER-HIERL et al. 2009, WERKMEISTER et al. 2000]. In Erweiterung dieses Ansatzes bestand das Ziel der vorliegenden Arbeit darin, wie zum Teil von VERWOERD et al. [1995:50] bereits gefordert, zu untersuchen, ob 1. die Form der äußeren Nase auf die Funktion sowohl beim Sprechen als auch beim Atmen schließen lässt, 2. die Selbstwahrnehmung mit der gemessenen Funktion übereinstimmt und 3. inwiefern sich die Werte bei Patienten mit orofazialen Spalten von gleichaltrigen gesunden Kindern unterscheiden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten Hilfestellungen für die Therapie von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und Anregungen für weitere Untersuchungen zur Erleichterung der Rehabilitation geben.

Die rhinomanometrischen Daten ergaben vor allem, dass es strömungsbedingte Seitenunterschiede nicht nur bei den Patienten, sondern auch bei der gesunden Kontrollgruppe gibt. Bei den Patienten sind die Flow-Werte allerdings auf der Spaltseite deutlich niedriger als auf der Nicht-Spaltseite. GROSSMANN et al. [2005:539] beschreiben ergänzend, dass ihre Patienten mit beidseitiger Spalte keine deutlichen Seitenunterschiede bei der Rhinomanometrie aufwiesen, der Flow aber insgesamt niedriger war als bei der gesunden Kontrollgruppe. WAHLMANN et al. [1998:153] fanden in ihrer Studie heraus, dass 85% ihrer Patienten eine Stenose auf der Spalt-Seite hatten. SANDHAM und MURRAY [1993:222, 224, 225] ermittelten zusätzlich, dass die Septumdeviationen bei Patienten mit einseitiger orofazialer Spalte häufiger zur Spaltseite hin ausgeprägt sind und dementsprechend der transnasale Widerstand auf dieser Nasenseite erhöht ist. HÜMPFNER-HIERL et al. [2003:256-257] fanden ebenfalls heraus, dass bei den Patienten mit einseitiger Spalte die Rhinomanometrie-Werte auf der Spaltseite deutlich schlechter waren und dass die Werte selbst nach operativen Nasenkorrekturen nicht das Niveau von Gesunden erreichten. Aus der Studie von WAHLMANN et al. [1998:153] lassen sich für den Befund der vorliegenden Arbeit, dass die Gabe von Nasentropfen nicht zu wesentlichen Verbesserungen der Luftströmung führte, Gründe ableiten. Die Hindernisse sind nämlich vor allem knorpeligen und knöchernen Ursprunges und können folglich nicht abschwellen. Bei der gesunden Kontrollgruppe ergaben sich ebenfalls keine großen Veränderungen nach Gabe des Xylometazolin-HCl 0,1%. Davon war allerdings auch auszugehen, da generell keine pathologischen Veränderungen zu vermuten waren und lediglich das „Ausschalten“ des nasalen Zyklus bewirkt wurde. Warum bei gesunden Probanden ein signifikanter Seitenunterschied zwischen links und rechts zustande kam, muss ungeklärt bleiben. Nach Rücksprache mit den Ärzten Dr. med. Heinis und Dr. med. Güldner von der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Philipps - Universität Marburg waren weder Defekte am Rhinomanometrie-Gerät noch vorliegende Studien zur Seitendifferenz bei gesunden Jugendlichen bekannt. ZAPLETAL und CHALUPOVÁ [2002:174] konnten weder einen Unterschied zwischen links und rechts, noch unter weiblichen und männlichen, gesunden Probanden feststellen. SANDHAM und MURRAY [1993:223] behaupten allerdings, dass bei gesunden Probanden durchaus kleinere Septumdeviationen vorkommen können. Es bietet sich hier an, zu überprüfen, ob es z.B. in der Embryonalentwicklung oder auch im Wachstum von Kindern möglicherweise zu anatomischen Asymmetrien kommt, so dass die linke Seite eher ein geringeres Lumen aufweist als die rechte. Schließlich gibt es bei der Entstehung von orofazialen Spalten auch eine deutliche Vorkommensmehrheit auf der linken Seite [HORCH 2007:451-454]. Es wäre also möglich, dass dies bei Septumdeviationen oder

Hyperplasien der Nasenmuscheln ebenfalls zutrifft.

Obwohl ROITHMANN et al. [2005:478] bei ihren erwachsenen Probanden eine deutliche Obstruktion in liegender Position entdeckten, wurden bei den Kindern der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Unterschiede zwischen sitzender und liegender Körperposition bemerkt. Mögliche Gründe hierfür können der Altersunterschied von durchschnittlich 10 Jahren zwischen ROITHMANNS Probanden und den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Kindern sein. Des Weiteren ließen ROITHMANN et al. [2005:478] ihre Probanden 15 Minuten vor der Messung liegen. Diese lange Wartezeit einzuhalten war bei den Kindern, deren Compliance schneller erschöpft ist, nicht möglich. ROITHMANN et al. [2005:478] beschreiben des Weiteren, dass die Probanden selbst eine deutliche Obstruktion wahrgenommen haben. Im Gegensatz dazu ergab die Befragung sowohl der gesunden Kinder als auch der Patienten in der vorliegenden Arbeit durchschnittliche Antworten von 3,1 bzw. 3,2 („kann ich nicht genau sagen“) auf einer fünfstufigen Skala. Es wurde also in der vorliegenden Untersuchung von den Kindern im Gegensatz zu den Erwachsenen keine deutliche Nasenatmungsbehinderung im Liegen wahrgenommen. Diesbezüglich wäre es interessant zu überprüfen, ob hierbei möglicherweise die Körpergröße eine Rolle spielt. ZAPLETAL und CHALUPOVÁ [2002:179] sind z.B. der Meinung, dass die nasale Funktion anhand der Körpergröße vorhergesagt werden kann. Unter der Annahme, dass ein größeres Nasenloch eine bessere Funktion bedeutet („Form follows function.“ bzw. „Function follows form.“), wurden die Teilnehmer der vorliegenden Untersuchung anatomisch vermessen und die Werte mit dem Flow korreliert. Bei Betrachtung der Werte für die Nasenlochgröße fiel zunächst auf, dass bei den Patienten 6 von 10 mit einseitiger orofazialer Spalte auf der Spaltseite eine kleinere Nasenlochöffnung aufwiesen als auf der gesunden. Es war also bei zusätzlicher Betrachtung der Rhinomanometrie-Werte, die auf der Spaltseite generell niedriger waren, anzunehmen, dass hier auch die „Funktion der Form folgt“. Diese Beziehung war allerdings nicht signifikant. Es wäre sinnvoll, diese Frage mit einer höheren Probandenzahl, d.h. einem größeren Subkollektiv erneut zu untersuchen. Bei den gesunden Kindern ergaben sich bei der anteiligen Größenverteilung der Nasenlochfläche keine signifikanten Unterschiede zwischen links und rechts, jedoch gab es auch keinen Probanden mit zwei exakt gleich großen Nasenlöchern. Sowohl SANDHAM und MURRAY [224:1993] als auch MLADINA [1987:199] berichten, dass kleinere Asymmetrien und Deviationen bei gesunden Individuen durchaus vorkommen. Interessanter Weise wurden die höchsten Flow-Werte der Patienten im Größenbereich von 30-60 mm² Nasenlochfläche gemessen. Noch größere Nasenöffnungen involvierten

dagegen nicht zwingend auch einen noch größeren transnasalen Flow. Es scheint also einen in aerodynamischer Hinsicht optimalen Bereich der Nasenlochgröße zu geben.

Ähnliche Thesen lassen sich bezüglich der Columellalänge nicht aufstellen. Zwar ist der Unterschied zwischen Patienten und Schulkindern signifikant (durchschnittliche Differenz von 3,6 mm), allerdings konnte in beiden Gruppen keine Beziehung zwischen Flow und Columellalänge festgestellt werden. SCHAUSS [1999:663-664] ist der Meinung, dass eine lange Columella die Nasenatmung einschränkt und dass eine kurze Columella den Naseneingängen eine querovale Nasenlochform verleiht, in diesem Falle sei aber die Größe der Nasenmuschel für die Qualität der Nasenatmung ausschlaggebend. In der vorliegenden Arbeit stellte sich die Columellalänge jedoch nicht als zuverlässiges Merkmal zur Einschätzung der Nasenatmung heraus.

Ob die von SCHAUSS [1999:664] erwähnte Ovalität des Nasenloches eine Auswirkung auf den rhinomanometrisch gemessenen Flow hat, wurde ebenfalls in der vorliegenden Arbeit untersucht. Zunächst scheint für die Nasenatmung von Bedeutung zu sein, ob ein Nasenloch quer- oder längsoval ausgerichtet ist. Generell stellten die LKG-Patienten das Kollektiv mit den meisten querovalen Nasenlöchern und gleichzeitig das mit generell schlechteren Flow-Werten dar. Die Korrelation zwischen diesen beiden Parametern ergab eine deutliche Signifikanz. Da die Korrelation in der Kontrollgruppe allerdings nicht signifikant war, besteht noch weiterer Untersuchungsbedarf hinsichtlich der Frage, welches Gewicht der Ovalität im Einfluss auf die Nasenatmung zuzusprechen ist. Es sollte dennoch betont werden, dass die physiologische Nasenlochform die Längsovalität ist, und dass die höchsten Flow-Werte auch bei den LKG-Patienten auf den längsovalen Nasenlöchern gemessen wurden. Es besteht also Grund zu der Annahme, dass hier die Funktion der Form folgt. Es sollte aber noch geklärt werden, ob nicht, wie von SCHAUSS [1999:664] postuliert, die Nasenmuschelgröße hier der ausschlaggebende Faktor sein könnte.

Bezüglich der Nasenbreite wurden ähnliche Erkenntnisse gewonnen wie bei der Nasenlochgröße. Es scheint einen physiologischen Bereich bei den Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten zwischen etwa 27 und 35 mm zu geben, in dem im Übrigen auch die Durchschnittsnasenbreite der gesunden Probanden liegt. Ist die Nase durch Muskelfehlinserktionen, Narbenzüge und kollabierte Flügelknorpel abgeflacht und somit breiter, wird der Naseneingang eingeengt. Aus diesem Grund wird in vielen Fällen versucht, die Nase operativ aufzurichten, was sie automatisch schmaler werden

lässt [HORCH 2007:516]. Der für die physiologische Nasenbreite ermittelte Bereich könnte möglicherweise eine zukünftige Orientierung für Ärzte bei der Planung von Naseneingangskorrekturen darstellen. Um dies verifizieren zu können, wäre eine genauere Überprüfung anhand eines größeren Gesamtkollektivs mit größeren Untergruppen sinnvoll.

Bei der Analyse der Sprache bei den Patienten und gesunden Kindern ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen. Die Patienten verloren deutlich mehr Luft bei der Artikulation von bilabialen Verschlusslauten als die gesunden Kinder. Auffällig war, dass sämtliche Patienten mit den größten Leckagen eine Spalte mit Beteiligung des Gaumens hatten. Es scheint also nicht die äußere Erscheinung einer orofazialen Spalte (z.B. mit und ohne Lippenbeteiligung), sondern die Gaumenbeteiligung und deren Ausmaß hierbei von Bedeutung zu sein. Dies erscheint plausibel, da bei den betroffenen Patienten das rekonstruierte Velum oftmals keine vollkommene Abdichtung erreichen kann und dadurch ein Entweichen von Luft durch den Nasaltrakt vorkommt [HORCH 2007:465]. Laut KOHLER [1995:85] entsteht bei der Betonung von Lauten oftmals ein größerer pulmonaler Luftdruck, der dann das Entweichen von Luft noch verstärkt. Dies entspricht vollkommen dem hier ermittelten Ergebnis, dass bei den Patienten der nasale Luftverlust bei den betonten Verschlusslauten im Vergleich zu den unbetonten größer war. NETSELL et al. [1994:123,130] stellen außerdem fest, dass Kinder generell mit einem höheren pulmonalen Luftdruck sprechen, da der laryngeale Luftweg noch enger und der Widerstand somit höher ist als im ausgewachsenen Zustand. Dieses erhöhte Druckaufkommen erschwert somit von vornherein die nasopharyngeale Abdichtung. QUIGLEY et al. [1963:1525] konnten bei ihren Patienten auch bei den Lauten /s/, /z/ und /d/ pathologische Luftströme detektieren, sie differenzierten allerdings nicht zwischen betonter und unbetonter Artikulation. Laut HORCH [2007:464] ist die Sprache ein wichtiges Ausdrucksmittel der zwischenmenschlichen Kommunikation und somit wichtig für die psychische Entwicklung eines Kindes mit orofazialer Spalte. Selbst angeeignete Kompensationsmechanismen, die dieses Defizit zunächst lindern sollen, stellen oft ein schwer zu behebendes Problem dar [KÜHN et al. 2012:81]. Zusätzlich kann ein insuffizientes Gaumensegel auch andere Strukturen, z.B. das Mittelohr in ihrer Funktion einschränken. Durch unzureichende Funktion des M. tensor veli palatini kommt es zu Störungen der Tubenventilation, die für die Schallleitung im Mittelohr relevant ist [JUNGHEIM et al. 2012:66]. Aufgrund der hier erzielten Ergebnisse bietet sich die Überlegung an, bei Spalt-Patienten mit Gaumenbeteiligung eine pneumotachygraphische Untersuchung durchzuführen, um

auch kleinere, nicht hörbare Leckagen aufzuspüren, die möglicherweise zum späteren Zeitpunkt schwerwiegender ausfallen oder andere Bereiche, wie beispielsweise das Hörvermögen, negativ beeinflussen können. Ein möglicher Zeitpunkt wäre beispielsweise vor der Einschulung, wenn üblicherweise auch die sprechunterstützenden Operationen sowie die logopädische Behandlung durchgeführt werden, da laut HORCH [2007:473] ein möglichst normales Sprachvermögen einen der wichtigsten Faktoren für die Persönlichkeitsentwicklung eines (Spalt-)Kindes in der Schulgemeinschaft mit gesunden Kindern darstellt.

Mit Hilfe des Fragebogens sollten die Teilnehmer beider Probandengruppen die Funktion der eigenen Nase selbst einschätzen und bewerten. Es stellte sich heraus, dass 56% der in der vorliegenden Arbeit befragten Patienten wahrnahmen, dass sie hauptsächlich durch den Mund atmeten (Antwort mit $I=$ „stimmt genau“). HAIRFIELD et al. [1988:137] fanden in ihrer Studie heraus, dass 67% der untersuchten jugendlichen Spaltpatienten sog. Mundatmer waren. Sie fanden ebenfalls heraus, dass das Alter der Probanden hierbei keinen Unterschied machte. Es waren fast genauso viele Erwachsene Mundatmer wie Kinder [HAIRFIELD et al. 1988:136]. WARREN et al. [1990:50-51] sehen dafür zwei Gründe: 1. Es liegt ein gestörtes Atemmuster vor, bedingt durch a) die offene Verbindung zwischen Mund und Nase bei der Geburt und b) die Einengung des Naseneinganges nach der Rekonstruktion der Spalte durch Drehungen und Kollabieren der Nasenflügel. 2. Pharyngeale Lappenoperationen führen zur Einschränkung der Atemwege. WARREN et al. gehen davon aus, dass nach der Rekonstruktion das falsche Atemmuster beibehalten wird und dieses auch noch durch einen offenen Biss oder Fehlokklusion begünstigt werden kann [WARREN et al. 1990:50]. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Unterscheidung zwischen habituellen Mundatmern und obligatorischen Mundatmern [WARREN et al. 1990:46]. Ergänzend haben diese Autoren ermittelt, dass ab einer Atemwegsquerschnittsoberfläche von weniger als $0,38 \text{ cm}^2$ eine deutliche Nasenatmungsbehinderung - sogar mit Mundatmung - bei erwachsenen Patienten vorliegt. Des Weiteren geben sie an, dass 15% der gesunden Individuen hauptsächlich über den Mund atmeten [WARREN et al. 1990:49]. In der vorliegenden Arbeit antworteten 2 von 17 Schulkindern, dass sie wahrnahmen, hauptsächlich durch den Mund zu atmen, was einem Anteil von 12% entspricht. Die niedrigen Flow-Werte und die hohe Anzahl an Mundatmern im Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit ließen schon vermuten, dass ein größerer Anteil der Patienten eine Obstruktion in der Nase wahrnimmt. 69% der Patienten gaben an, dass sich ihre Nase oft verstopft anfühle. Bei den gesunden Kindern traf dies bei 18% zu. Diese Werte passen interessanter Weise zu

den von HAIRFIELD et al. [1988:135-138] erhobenen Daten über Mundatmer (s.o.).

Obwohl sich bei den rhinomanometrischen Messungen bei den Kindern der Kontrollgruppe Seitenunterschiede herausstellten, nahmen sie selbst keine Seitenunterschiede bezüglich der Luftdurchlässigkeit der Nase wahr. Da ein Artefakt des Messgerätes nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen, wenn auch aus den bereits genannten Gründen unwahrscheinlich ist, muss man überlegen, ob es möglicherweise einen Schwellenwert für die nasale Obstruktion gibt, ab dem eine Seitendifferenz als solche auch wahrnehmbar wird. Die Patienten mit einseitiger Spalte nahmen einen deutlichen Unterschied zu Ungunsten der rekonstruierten Seite wahr. Es scheint also auf die Spaltart anzukommen, ob subjektiv wahrgenommene Seitenunterschiede herrschen oder nicht. Ausschlaggebend ist hier offenbar die Lippenspalte, durch deren Anatomie und Korrektur der Naseneingang pathologisch verändert ist. Einen weiteren Grund für diese Annahme liefert die Patientengruppe mit isolierten Gaumenspalten, bei denen also die äußere Anatomie unbeeinflusst ist. Hier wurde kein Unterschied zwischen links und rechts wahrgenommen. Zusätzlich decken sich diese subjektiv wahrgenommenen Unterschiede mit den objektiv ermittelten Flow-Daten. Laut HÜMPFNER-HIERL et al. [2003:259] sind subjektive Einschätzungen von Patienten vorsichtig einzuschätzen, da die Patienten aufgrund des Gewöhnungszustandes unzureichende subjektive Angaben machen. Aus diesem Grunde seien objektive Messverfahren nötig. In der vorliegenden Arbeit konnte jedoch gezeigt werden, dass die subjektiv wahrgenommenen Eindrücke der Patienten durchaus mit den objektiv ermittelten Werten übereinstimmen können. Dies spricht dafür, die Wahrnehmung des Patienten in die Anamnese, die jeder Behandlung vorausgehen sollte, einzubeziehen und anschließend eventuell mittels objektiver Verfahren zu verifizieren. COHEN et al. [2003:584] stellen fest, dass nasale Obstruktionen einen signifikanten Einfluss auf die Lebensqualität haben. Wirken sich beispielsweise die Obstruktionen in Form von Schnarchen negativ auf den Schlaf bei Kindern aus, können Infektionen der Atemwege, Tagesmüdigkeit oder Hypermotilität die Folge sein [PADITZ 2006:104]. Zusätzlich ist laut PADITZ [2006:104] ungestörter und ausreichender Schlaf essenziell für das Wachstum und die Entwicklung im Kindesalter. LI und LEE [2009:247] beschreiben, dass Schulkinder durch Schnarchen oft Verhaltensstörungen und dentale Probleme aufweisen. Aus diesem Grund ist es wichtig zu erwähnen, dass von 12 der 16 hier untersuchten Patienten bekannt ist, dass sie schnarchen. Dies entspricht 75% der Patienten und kommt dreimal häufiger vor als bei den gesunden Kindern. Die Spaltart ist, wie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gezeigt haben, hierbei nicht von Bedeutung, sondern lediglich die Tatsache, dass eine

operierte orofaziale Spalte vorliegt. Laut LI und LEE [2009:247] ist unter anderem das operierte Velum eine Ursache für das Schnarchen. Dem schließen sich RUSTEMEYER et al. [2008:17] an und postulieren außerdem, dass die Überprüfung, ob eine Schlafstörung aufgrund des Schnarchens vorliegt, zwingend erfolgen muss. Als Grund dafür geben sie an, dass jeder Patient mit einer orofazialen Spalte zu Verengungen des posterioren Luftweges neigt [RUSTEMEYER et al. 2008:17]. Hierzu passt, dass in der vorliegenden Arbeit bei den Patienten generell niedrigere Rhinomanometrie-Werte gemessen wurden. Diese beiden Erkenntnisse zusammen lassen vermuten, dass das Risiko eines vorliegenden Schlaf-Apnoe-Syndroms bei diesen Patienten größer ist. In der Studie von ROBISON und OTTESON [2011:269] schnarchten 37,5% der Patienten, und 8,5% litten am Schlaf-Apnoe-Syndrom. Hingegen schnarchen nur circa 3% bis 12% der gesunden Kinder, und circa 2% bis 3% litten unter dem Schlaf-Apnoe-Syndrom [ROBISON und OTTESON 2011:269]. Auch wenn laut ROBISON und OTTESON [2011:269] Anamnese und Fragebögen allein für eine Diagnose nicht ausreichen, sondern eine Untersuchung mittels eines Polysomnographen erforderlich ist, haben sich die Antworten der Patienten in der vorliegenden Arbeit zusammen mit den rhinomanometrisch gemessenen Werten als hilfreiche Hinweise auf eventuelle Fehlfunktionen während des Schlafens herausgestellt. Ein Behandler könnte durch gezieltes Fragen auf mögliche Fehlfunktionen aufmerksam werden und hierauf seine weiteren Untersuchungen stützen.

Zusammenfassend lassen sich aus dieser Arbeit folgende Erkenntnisse hervorheben:

1. Bei den Patienten mit Lippen-Kiefer- und Gaumenspalten hat sich das Prinzip „Form follows function“ in einem Teil der Fragestellungen bestätigt, in einigen Fällen ist jedoch eine Umkehr im Sinne von „Function follows form“ zu postulieren: So haben die Patienten mit einseitiger Spalte ein verengtes Nasenloch auf der Spaltseite und gleichzeitig einen niedrigeren transnasalen Flow beim Atmen. Längsovale Nasenlöcher sind meistens besser durchgängig für die Atemluft als querovale, und bei der Nasenbreite scheint es einen physiologischen Bereich zu geben, in dem die größten Flow-Werte bei der Rhinomanometrie auftreten.
2. Die Selbstwahrnehmung der Patienten stimmt in vielen Fällen (ob sie schnarchen, ein obstruktives Gefühl in der Nase haben oder Seitenunterschiede beim Atmen wahrnehmen) mit den objektiv ermittelten Rhinomanometrie-Daten überein. Die subjektive Einschätzung der gesunden Schulkinder hinsichtlich der Seitendifferenz stimmte dagegen nicht mit den Messwerten des nasalen Flows überein. Es wäre hier interessant zu überprüfen, ob dies erst ab einem bestimmten Schwellenwert möglich ist.
3. Im Vergleich der beiden Probandengruppen hatten die Patienten deutlich schlechtere

Flow-Werte und signifikant größere Leckagen beim Sprechen als die gesunden Probanden. Hierbei ist die Art der Spalte anscheinend von entscheidender Bedeutung.

Abschließend ist nochmals darauf hinzuweisen, dass das Patientenkollektiv nicht groß genug war, um ausreichende Probandenzahlen in den Untergruppen zu bilden, so dass zu einigen Fragestellungen nur Tendenzen ermittelt werden konnten. Daher scheint es sinnvoll, die für die Therapie hilfreichen Ergebnisse und neu aufgetretenen Fragestellungen an einer größeren Population von Kindern mit Lippen-Kiefer- und Gaumenspalten zu überprüfen.

5.3. Folgerungen für die medizinische Betreuung von LKG-Patienten

Die vorliegende Arbeit wurde durchgeführt, um dem behandelnden Arzt Hilfestellung bei der Therapie und Rehabilitation von Patienten mit orofazialen Spalten zu geben und somit den Heilungsprozess der Patienten zu verbessern. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass deutliche anatomische und funktionelle Unterschiede zwischen Patienten und gleichaltrigen gesunden Kindern bestehen und dass Kinder mit Spalten aus dem LGK-Formenkreis im Alter von 11 Jahren in der Lage sind, die subjektiv wahrgenommenen Eindrücke über ihre Nasenatmung wiederzugeben. Sowohl die Beurteilung der Nase nach Symmetrie, Nasenlochovalität und Breite als auch die gezielte Befragung nach subjektiv wahrgenommenen Einschränkungen oder Seitenunterschieden bei der Nasenatmung der Patienten durch den Behandler bieten sich als einfache Hilfsmittel für die initiale Diagnostik einer Recall-Untersuchung an. Einfache, nichtinvasive Messverfahren wie die Rhinomanometrie und Pneumotachygraphie können die weiterführende Frage klären helfen, ob Therapiebedarf besteht. Des Weiteren sind diese Verfahren geeignet, den individuellen Therapieablauf jedes Patienten zu planen und somit sowohl die physische als auch die psychische Entwicklung des Kindes zu fördern.

6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es herauszufinden, ob eine kausale Beziehung zwischen Funktion und Ästhetik der Nase bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten bestehen kann, und ob möglicherweise nicht nur die Form der Funktion, sondern auch die Funktion der Form folgt. Als Parameter der Funktion wurden zum einen die transnasalen Luftströmungsverhältnisse bei der Atmung herangezogen. Als geeignete Messmethode diente hierbei die Rhinomanometrie. Zum anderen wurden die transnasalen Luftströmungsverhältnisse beim Sprechen, insbesondere eventuelle nasale Luftleckagen bei oralen Sprachlauten, mit Hilfe der Pneumotachygraphie ermittelt. Hierzu wurde ein standardisiertes Textmaterial aus Logatomen benutzt. Als Parameter der Form dienten anatomische Parameter der Nasengeometrie, und zwar Nasenbreite, Nasenlochovalität, Größe der Nasenlöcher und Columellalänge, die mit Hilfe von fotografischen Aufnahmen aus drei Perspektiven (en face, lateral, kaudal) quantitativ bestimmt wurden. Des Weiteren wurde die subjektive Wahrnehmung von Patienten und Probanden hinsichtlich der Qualität ihrer Nasenatmung mit Hilfe eines Fragebogens ermittelt, um mögliche Zusammenhänge mit den objektiven instrumentellen Befunden aufzudecken.

Die Patientengruppe bestand aus 13 Jungen und 3 Mädchen (Altersdurchschnitt 11,3 Jahre), die in der Universitätsklinik Marburg chirurgisch versorgt worden waren. Davon hatten 5 eine isolierte Gaumenspalte, 3 eine Lippen-Kiefer-Spalte, 7 eine einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und einer eine beidseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Die gesunde Kontrollgruppe bestand aus 17 Siebtklässlern eines Marburger Gymnasiums (7 Jungen, 10 Mädchen, Altersdurchschnitt 13,1 Jahre).

Die Korrelationen der einzelnen Parameter miteinander ergaben, dass in einigen anatomischen Bereichen die Funktion der Form folgt. So hatten Patienten mit einseitiger Spalte ein verengtes Nasenloch auf der Spaltseite und gleichzeitig einen niedrigeren transnasalen Flow beim Atmen. Längsovale Nasenlöcher waren meistens besser durchgängig für die Atemluft als querovale, und sowohl bei der Nasenbreite als auch der Nasenlochgröße scheint es einen mittleren „physiologischen“ Bereich zu geben, in dem die größten Flow-Werte bei der Rhinomanometrie und damit die beste Nasendurchgängigkeit auftreten. Spaltträger mit Gaumenbeteiligung hatten signifikant größere transnasale Luftleckagen beim Sprechen. Während die gesunden Kinder messtechnisch eindeutig nachzuweisende Seitendifferenzen bei der Atmung teilweise

nicht wahrnahmen, waren die Selbsteinschätzungen der Patienten in Hinsicht auf diesen und weitere funktionelle Parameter sehr zuverlässig. Es stellte sich u.a. heraus, dass 75% der untersuchten Patienten schnarchten, wofür aber die Spaltart nicht von Bedeutung zu sein scheint. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ist zu folgern, dass die Einschätzung der Qualität der Nasenatmung bei Spaltpatienten durch den Behandler mittels der relativ einfachen Messung der Merkmale Symmetrie, Nasenbreite und Nasenlochovalität in Verbindung mit der Frage bezüglich der Wahrnehmung der Nasenatmung durch den Patienten selbst erleichtert werden kann.

7. Summary

The aim of this investigation was to evaluate whether there may be a causal relationship between form and function of the nose in patients with cleft lip and palate, and if so, whether form has to follow function – or whether function may follow form as well. Two methods were used to measure nasal function: 1. active anterior rhinomanometry during normal breathing, 2. pneumotachygraphy for the registration of the transnasal air flow in speech, with particular attention to possible nasal leakage in the production of oral speech sounds. To this purpose, standardised nonsense speech material was used. Parameters used to represent form were several features of anatomical geometry: width of the nose, ovality and size of the nostrils and columella length. Measurements were performed using photographs taken from three perspectives, en face, laterally and caudally. Furthermore, the perception of the quality of nasal breathing by the patients themselves was assessed using a questionnaire, in order to discover potential relationships between objective instrumental data and subjective responses.

The set of patients consisted of 13 boys and 3 girls (average age 11,3 yrs.) who had received surgical treatment at, and took part in the recall system of, the Department of Oral and Craniomaxillofacial Surgery at Marburg University Hospital. Among the patients there were 5 with an isolated cleft of the palate, 3 with a cleft lip and maxilla, 7 with a unilateral cleft lip and palate and one with a bilateral cleft lip and palate. The set of healthy control subjects consisted of 17 secondary school students (7 boys, 10 girls, average age 13.1 yrs.).

Analysing correlations between individual parameters revealed that the initial postulate “form follows function” was confirmed. For some parameters, however, the opposite relation was found (“function follows form”). For example, patients with a unilateral cleft exhibited a narrowed nostril on the cleft side, and at the same time a reduced nasal air flow during normal breathing. From a caudal perspective, most cases with vertically-oval nostrils exhibited a better flow of air than horizontally-oval nostrils. Furthermore there seems to be a certain medium “physiological” range of the width of the nose and the size of the nostril at which transnasal air flow in breathing is highest (i.e. best). Patients with clefts involving the palate had significant transnasal air leakage during speech. It is worthy of note that part of the healthy children with clearly manifest air flow differences between both sides did not perceive any difference. However, perceptions by the patients relating to this and other functional parameters were highly reliable.

It was found that 75 per cent of the patients snored, irrespective of the type of the cleft. The results of the present investigation suggest that the physician's assessment of the quality of nasal function in patients with cleft lip and/or palate may be facilitated by including some relatively simple measurements of features such as symmetry, width of the nose and ovality of the nostrils, combined with the perception of nasal breathing by the patient himself.

8. Literaturverzeichnis

1. ANASTASSOV, G.E., JOOS, U., ZÖLLNER, B.
Evaluation of the results of delayed rhinoplasty in cleft lip and palate.
Br J of Oral Maxillofac Surg 36, 416-424 (1998)
2. BAGATIN, M.
Submucous cleft palate.
J Maxillofac Surg 13, 37 (1985)
3. BAKEN, R.J. & ORLIKOFF, R.F.
Clinical measurement of speech and voice.
Singular Publishing Group, Clifton Park NY, 241-313, 2. Aufl. (2010)
4. BASTIAN, H.-J. , UNGER, E., SASAMA, R.
Pneumotachygraphische Objektivierung von Behandlungsverläufen und
-ergebnissen.
Folia phoniati 33, 216-226 (1981)
5. BERMÜLLER, C., KIRSCH, H., RETTINGER, G., RIECHELMANN, H.
Diagnostic accuracy of peak nasal inspiratory flow and rhinomanometry in
functional rhinosurgery.
Laryngoscope 118, 605-610 (2008)
6. BOENNIGHAUS, H.G., LENARZ, T.
HNO.
Springer Verlag, Heidelberg, 124, 348, 356, 13. Aufl. (2007)
7. BORDEN, G. J., HARRIS, K. S., RAPHAEL, L.J.
Speech science primer.
Lippincott Williams & Wilkins, New York, 72-73, 90-92, 119, 3. Aufl. (1994)
8. BURKE, P.H., BEARD, L.F.H.
Stereophotogrammetry of the face.
Int J Orthodontics 53(10), 769-782 (1967)

9. CANUT, J.
Extraktion oder Nichtextraktion: Ästhetische Erwägungen.
In: Bolender, C., Bounoure, G., Barat, Y. (Hrsg.) Extraction versus Nonextraction.
Neuer Merkur Verlag, München, 203-213 (1995)
10. CHAPMAN, K.L.
Phonologic processes in children with cleft palate.
Cleft Palate Craniofac J 30 (1), 64-72 (1993)
11. CLEMENT, P.A.R., GORDTS, F.
Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry.
Rhinology 43, 169-179 (2005)
12. COHEN, M., SMITH, B.E., DAW, J.L.
Secondary unilateral cleft lip nasal deformity: Functional and esthetic reconstruction.
J Craniofac Surg 14(4), 584-593 (2003)
13. COHEN, M., MORRIS, D.E., WHITE, A.D., PATEL, P.
Functional and aesthetic correction of secondary unilateral cleft lip nasal deformities.
Indian J Plast Surg 42, 91-101 (2009)
14. COLE, P.
Rhinomanometry 1988: Practice and trends.
Laryngoscope 99, 311-315 (1989)
15. CONINCK, A., VANWIJCK, R., CALTEUX, N.
Etiological and genetic factors in cleft lip and palate.
In: Kriens, O. (Hrsg.) What is a cleft lip and palate? A multidisciplinary update.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart-New York, 53 (1989)

16. DALSTON, R., WARREN, D.W., DALSTON, E.T.
The temporal characteristics of aerodynamic phenomena associated with patients manifesting varying degrees of velopharyngeal adequacy.
Folia Phoniatr 43, 226-233 (1991)
17. D'ANTONIA, L., SCHERER, N.
Communication disorders associated with cleft palate.
In: Losee, J.E., Kirschner, R.E. (Hrsg.) Comprehensive cleft care.
Mc Graw Hill Medical, New York, 1. Aufl., 1-20 (2008)
18. DIBBETS, J.
Befunderhebung, Gewichtung und Lösungsansätze von kieferorthopädischen Problemen.
Kieferorthopädie-Skript, Marburg (2005)
19. ECHTERNACH, M., TRASER, L. RICHTER, B.
Pathophysiologische Betrachtungen zur Dysphonie durch Erkrankungen im Bereich des Vokaltraktes.
Sprache Stimme Gehör 35, 182-185 (2011)
20. ESSIG, H., KOKEMÜLLER, H., RÜCKER, M., GELLRICH, N.C.
Einteilung und Genese von Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten.
Sprache Stimme Gehör 36, 57-60 (2012)
21. EVG ELEKTRONIK VERTRIEBS-GMBH
Bedienungsanleitung Rhinotest 2000 plus.
Böhl-Iggelheim, (o.J.)
22. FARKAS, L.G., KOLAR, J.C., MUNRO, I.R.
Geography of the nose: a morphometric study.
Aesth Plast Surg 10, 191-223 (1986)
23. FOGH-ANDERSEN, P.
Recent statistics of facial clefts; frequency heredity, mortality.
Proc. Int. Symp. on Early Treatment of Cleft Lip and Palate held in Zurich 1963.
Bern , 44 (1964)

24. GROSSMANN, N., BRIN, I., AIZENBUD, D., SICHEL, J.-Y., GROSS-ISSEROFF, R., STEINER, J.
Nasal airflow and olfactory function after repair of cleft palate (with and without cleft lip).
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 100 (5), 539-544 (2005)
25. HAIRFIELD, W.M., WARREN, D.W., SEATON, D.L.
Prevalence of mouthbreathing in cleft lip and palate.
Cleft Palate J 25 (2), 135-138 (1988)
26. HOLLAND, F.M.
Symmetrievergleich nach offener und geschlossener Nasenspitzen-, Nasenflügel- und Naseneingangskorrektur bei Spaltpatienten.
Inaugural-Dissertation, Technische Universität München 2007
27. HOLTKAMP, C., ZINK, E., DRESCHER, D.
Die Profilprognose - Prüfstein oder Stolperstein der kieferorthopädischen Planung von Dysgnathieoperationen?
Kieferorthop 13, 35-48 (1999)
28. HORCH, H.-H.
Kraniofaziale Fehlbildungen Teil II: Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
In: Horch, H.-H. (Hrsg.), Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie.
Elsevier Urban und Fischer, München/Jena, 442-522, 4. Aufl. (2007)
29. HÜLSE, M., BACHMANN, W.
HNO-Untersuchungskurs.
Springer-Verlag, Berlin, 88-89 (1998)
30. HÜMPFNER-HIERL, H., HIERL, T., HEMPRICH, A.
Funktionelle und ästhetische Ergebnisse von Nasenkorrekturen bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Mund Kiefer Gesichtschir 7, 254-260 (2003)

31. HÜMPFNER-HIERL, H., HEMPRICH, A., HIERL, T.
Results of a prospective anthropometric and functional study about aesthetics and nasal respiration after secondary rhinoplasty in cleft lip and palate patients
J Craniofac Surg 20, 1863-1875 (2009)
32. IDEBERG, M.
Assessment of 392 cleft lip alveolus and palates in newborn babies as to forms, seasons and distribution of associate malformations.
In: Kriens, O. (Hrsg.) What is a cleft lip and palate? A multidisciplinary update.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart-New York, 40 (1989)
33. ISSHIKI, N., HONJOW, I., MORIMOTO, M.
Effects of velopharyngeal incompetence upon speech.
Cleft Palate J 5, 297-310 (1968)
34. JENSEN, B.L., KREIBORG, S., DAHL, E., FOGH-ANDERSEN, P.
Epidemiology and variability of cleft lip and palate in Denmark.
In: Kriens, O. (Hrsg.) What Is a Cleft Lip and Palate? A multidisciplinary update.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart-New York, 42 (1989)
35. JOHNSON, N., SANDY, J.
An aesthetic index for evaluation of cleft repair.
Eur J Orthod 25, 243-249 (2003)
36. JUNGHEIM, M., MEYER, S., PTOK, M.
Ätiologie der velopharyngealen Insuffizienz.
Sprache Stimme Gehör 36, 66-69 (2012)
37. KANE, A.A., PILGRAM, T.K., MOSHIRI, M., MARSH, J.L..
Long-term outcome of cleft lip nasal reconstruction in childhood.
Plast Reconstr Surg 105, 1600-1608 (2000)
38. KAPLAN, E.N.
The occult submucous cleft palate.
Cleft Palate J 12, 356-368 (1975)

39. KARRER, M.
Das Schöne, das Gesicht und die Zähne. Blicke in die Ästhetik.
Dtsch Zahnarztl Z 57, 515-525 (2002)
40. KOHLER, K.J.
Einführung in die Phonetik des Deutschen.
Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1.Aufl (1977), 46, 55, 85, 2. Aufl. (1995)
41. KOKEMÜLLER, H., ESSIG, H., RÜCKER, M. GELLRICH, N.C.
Operative Behandlung von Gaumenspalten und velopharyngealer Insuffizienz.
Sprache Stimme Gehör 36, 70-72 (2012)
42. KUEHN, D.P., MOLLER, K.T.
Speech and language issues in the cleft population: The state of art.
Cleft Palate Craniofac J 37, 348 /1 - 348/35 (2000)
43. KÜHN, D., MEYER, S., PTOK, M.
Funktionelle Therapie bei Spaltfehlbildungen und/oder velopharyngealer Insuffizienz.
Sprache Stimme Gehör 36, 79-81 (2012)
44. LANGE, N.
Untersuchungen zum Einfluss der Abdichtung durch Obturatoren auf die Sprache von Patienten.
Inaugural-Dissertation, Philipps-Universität Marburg 2011
45. LI, H.-Y., LEE, L.A.
Sleep disordered breathing in children.
Chang Gung Med J 32 (3), 247-257 (2009)
46. LOWRY, R.
Concepts and applications of inferential statistics.
Online version www.vassarstats.net/rsig.html (Kap.3) (2013)

47. MAIER, C.
Faziale Ästhetik und der Einfluss der interindividuellen Variabilität mimischer Expression.
Inaugural-Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München (2006)
48. MC-DONALD, E.T., KOEPP-BAKER, H.
Cleft palate speech: An integration of research and clinical observation.
J Speech Disord 16, 9-20 (1951)
49. MEYER, S., KÜHN, D., JUNGHEIM, M., PTOK, M.
Anatomie und Physiologie des velopharyngealen Abschlusses.
Sprache Stimme Gehör 36 (a), 61-65 (2012)
50. MEYER, S., KÜHN, D., PTOK, M.
Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten: Kognition und Spracherwerb.
Sprache Stimme Gehör 36 (b), 76-78 (2012)
51. MLADINA, R.
The role of maxillar morphology in the development of pathological septal deformities.
Rhinology 25 (3), 199-205 (1987)
52. MOLL, K.L.
Objective measures of nasality.
Cleft Palate J 1, 371-374 (1964)
53. MÜLLER, J.
Handbuch der Physiologie des Menschen.
Verlag von J. Hölscher, Coblenz, 135, (1840)
54. MURTHY, J., SENDHILNATHAN, S., HUSSAIN, S.A.
Speech outcome following late primary palate repair.
Cleft Palate Craniofac J 47(2), 156-161 (2010)

55. NETSELL, R., LOTZ, W.K., PETER, J.E., SCHULTE, E.
Developmental patterns of laryngeal and respiratory function for speech production.
J Voice 8 (2), 123-131 (1994)
56. NETTER, F.H.
Atlas der Anatomie des Menschen, Band1: Kopf und Hals.
Icon Learning Systems, Teterboro NJ , 22, 32-33, 73, 3. Aufl. (2003)
57. PADITZ, E.
Schlafstörungen im Kleinkindesalter - Diagnostik, Differenzialdiagnostik und somatische Hintergründe.
Prax Kinderpsychol Kinderpsychiat 55, 103-117 (2006)
58. PAMPLONA, C., YSUNZA, A., GONZÁLEZ, M., RAMIREZ, E., PATINO, C.
Linguistic development in cleft palate patients with and without compensatory articulation disorders.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 54, 81-91 (2000)
59. PANOFSKY, E.
Die Entwicklung der Proportionslehre als Abbild der Stilentwicklung.
In: Oberer, H., Verheyen, H. (Hrsg.), Aufsätze zu Grundfragen der Kunstwissenschaft.
Hessling-Verlag, Berlin, 169-204, 2. Aufl. (1974)
60. PHILIPS, B.J., HARRISON, R.J.
Articulation patterns of preschool cleft palate children.
Cleft Palate J 6, 245-253 (1969)
61. POWELL, N., HUMPHREYS, B.
Selected clinical evaluations of the face.
In: Powell, N. (Hrsg.) Proportions of the aesthetic face.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, 54 (1984)

62. PRECIOUS, D.S., GOODDAY, R.H., MORRISON, A.D., DAVIS, B.R.
Cleft lip and palate: A review for dentists.
J Can Dent Assoc 67(11), 668-673 (2001)
63. QUIGLEY, L.F., WEBSTER, R.C., COFFEY, R.J., KELLEHER, R.E., GRANT, H.P.
Velocity and volume measurements of nasal and oral airflow in normal and cleft-palate-speech, utilizing a warm-wire flowmeter and two-channel recorder. 2.
J Dent Res 42, 1520-1527 (1963)
64. RAUCH, S.
Die systematische Betrachtung der Sprachentwicklung von Kindern (2-8 Jahre) mit Lippen-, Kiefer-, und Gaumen-Segel-Fehlbildungen.
Bachelorarbeit, Philipps-Universität Marburg (2010)
65. RAUTIO, J., VENTO, S., MALMBERG, H.
Rhinoplasty and nasal function in patients with cleft lips.
Scand J Plast Surg Hand Surg 36, 268-272 (2002)
66. REETZ, H.
Artikulatorische und Akustische Phonetik.
Wissenschaftlicher Verlag Trier, 73, 135, 142, 2. Aufl. (2003)
67. ROBISON, J.G., OTTESON, T.D.
Increased prevalence of obstructive sleep apnea in patients with cleft palate.
Arch Otolaryngol Head Neck Surg 137 (3), 269-274 (2011)
68. ROITHMANN, R., DEMENEGHI, P., FAGGIANO, R., CURY, A.
Effects of posture change on nasal patency.
Braz J Otorhinolaryngol 71(4), 478-84 (2005)
69. RUSTEMEYER, J., THIEME, V., BREMERICH, A.
Snoring in cleft patients with velopharyngoplasty.
Int J Oral Maxillofac Surg 37 (1), 17-20 (2008)

70. SANDHAM, A., MURRAY, J.
Nasal septal deformity in unilateral cleft lip and palate.
Cleft Palate Craniofac J, 30(2), 222-226 (1993)
71. SCHAUSS, F.
Verlängerung der Columella.
HNO 47, 663-673 (1999)
72. SCHNELL, H.
Eine experimentalphonetische Untersuchung zur Ökonomie des Sprechvorgangs.
Magisterarbeit, Philipps-Universität Marburg (2009)
73. SCHÖNE, L.
100 Jahre Vitamine.
ZM 5, 76-81 (2013)
74. SCHÖNWEILER, R., SCHÖNWEILER, B., SCHMELZEISEN, R., PTOK, M.
Sprach- und Sprechleistungen bei 417 Kindern mit Spaltbildungen.
Fortschr Kieferorthop 56, 1-6 (1995)
75. SCHWENZER, N., EHRENFELD, M. BACHER, M.
Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und Gesichtsspalten
In: Schwenzler N., Ehrenfeld, M. (Hrsg.) Spezielle Chirurgie.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart - New York, 195-234, 3.Aufl. (2002)
76. SMITH, B.E., PATIL, Y., GUYETTE, T.W., BRANNAN, T.S., COHEN, M.
Pressure-flow measurements for selected oral sound segments produced by
normal children and adolescents: A basis for clinical testing.
J Craniofac Surg 15(2), 247-254 (2004)
77. SULLIVAN, L.
The tall office building artistically considered.
Lippincott`s Magazine, 343-346 (1896)

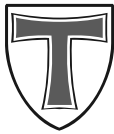
78. TANNER, J.M., WEINER, J.S.
The reliability of the photogrammetric method of anthropometry, with a description of a miniature camera technique.
Am J Phys Anthropol 7(2), 145-186 (1949)
79. THOMPSON, A.E., HIXON, T.J.:
Nasal airflow during normal speech production.
Cleft Palate J 16, 412-420 (1979)
80. TOBIASEN, J.M., HIEBERT, J.M., BORAZ, R.A.
Development of scales of severity of facial cleft impairment.
Cleft Palate Craniofac J 28(4), 419-424 (1991)
81. TOBIASEN, J.M., HIEBERT, J.M.
Facial impairment scales for clefts.
Plast Reconstr Surg 93(1), 31-41 (1994)
82. VAN DEMARK, D.R., MORRIS, H.L., VANDEHAAR, C.
Patterns of articulation abilities in speakers with cleft palate.
Cleft Palate J 16, 230-239 (1979)
83. VERWOERD, C.D.A., MLADINA, R., NOLSTRENTÉ, G.J., PIGOTT, R.W. .
The nose in children with unilateral cleft lip and palate.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 32, 45-52 (1995)
84. WAHLMANN, U., KUNKEL, M., WAGNER, W.
Preoperative assessment of airway patency in the planning of corrective cleft nose surgery.
Mund Kiefer Gesichtschir 2(2), 153-157 (1998)
85. WARREN, D.W.
Velopharyngeal orifice size and upper pharyngeal pressure-flow patterns in normal speech.
Plast Reconstr Surg 33(2), 148-162 (1964a)

86. WARREN, D.W.
Velopharyngeal orifice size and upper pharyngeal pressure-flow patterns in cleft palate speech.
Plast Reconstr Surg 34(1), 15-26 (1964b)
87. WARREN, D.W, DRAKE, A.F.
Cleft nose. Form and function.
Clin Plast Surg 20(4), 769-779 (1993)
88. WARREN, D.W., HAIRFIELD, W.M., DALSTON, E.T.
The Relationship between nasal airway size and nasal-oral breathing in cleft lip and palate.
Cleft Palate J 27(1), 46-52(1990)
89. WERKMEISTER, R., ZÖLLNER, B., KIATTAVORNCHAROEN, S., JOOS, U.
Beurteilung von Form und Funktion der Nase nach offener Rhinoplastik bei einseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Mund Kiefer Gesichtschir 4(5), 270-273 (2000)
90. ZAPLETEAL, A., CHALUPOVÁ, J.
Nasal airflow and resistance measured by active anterior rhinomanometry in healthy children and adolescents.
Pediatr Pulmonol 33, 174-180 (2002)

Benutzte Web-Seiten:

1. Statista-Lexikon:
<http://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/82/likert-skala>
2. Vassarstats:
www.vassarstats.net/rsig.html
3. Shapiro-Wilk-Normality Test:
<http://sdittami.altervista.org/shapirotest/ShapiroTest.html>

9. Anhang



Justus-Liebig-Universität
Gießen

UNIVERSITÄTSKLINIKUM GIESSEN UND MARBURG GMBH



Philipps-Universität
Marburg

Pilotstudie Rhinomanometrie und Pneumotachygraphie

Liebe Eltern!

Wir wenden uns heute mit der Bitte an Sie, uns bei einer wissenschaftlichen Untersuchung zu unterstützen, indem Sie Ihr Kind an einer Untersuchung teilnehmen lassen, bei der geklärt werden soll, ob ein Zusammenhang zwischen der Form der Nase und der Durchgängigkeit der Nase besteht. Als Untersuchungsverfahren werden hierfür zwei Verfahren eingesetzt, die bezüglich ihrer Messwerte verglichen werden sollen:

1. Die **Rhinomanometrie**: hierbei handelt es sich um eine Routineuntersuchung in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
2. Die **Pneumotachygraphie**: hierbei handelt es sich um ein Untersuchungsverfahren der Phonetik und Sprachwissenschaften

Damit Sie wissen, was bei unserer Untersuchung gemacht wird, haben wir hier die wichtigsten Informationen über die Rhinomanometrie für Sie zusammengefasst.

Was ist Rhinomanometrie?

Mit der Rhinomanometrie untersucht man die Durchgängigkeit der Nase, indem wir die beim Ein- und Ausatmen strömenden Luftmengen und deren Druck messen. Anhand der Werte können wir dann erkennen, ob eine Behinderung der Nasenatmung vorliegt oder nicht. Das Verfahren ist als wenig belastende Routineuntersuchung in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde bereits seit vielen Jahren eingeführt.

Wie läuft eine Rhinomanometrie-Untersuchung ab?

Für die Untersuchung führt sich der Patient einen kleinen Schaumstoffpfropfen in ein Nasenloch ein. In der Mitte dieses Pfropfes befindet sich ein kleines Röhrchen, das mit dem Computer verbunden ist. Während der Patient ganz normal atmet, zeichnet der PC Druck- und Strömungswerte innerhalb der ersten 10 Sekunden auf. Der selbe Vorgang wird dann mit dem anderen Nasenloch wiederholt. Der Computer verrechnet anschließend die Daten für beide Nasenlöcher und erstellt dazu eine Grafik, aus der wir auf die Gängigkeit der Nase schließen können.

Wir werden diese Messungen einmal im Liegen und einmal im Sitzen durchführen. Der Vorgang wird pro Kind circa 5 Minuten dauern.

Für einen zweiten Durchlauf muss ihr Kind 10 Minuten vor der Messung abschwellende Nasentropfen nehmen. Wenn ihr Kind eine Allergie hat oder aus anderen Gründen keine Nasentropfen benutzen darf, dann geben Sie uns bitte Bescheid.

Die Nasentropfen lassen die Nasenschleimhaut abschwellen, was es uns ermöglicht, eventuelle Fehlerquellen, wie zum Beispiel unbemerkten Schnupfen, ausschließen zu können.

Wenn Sie damit einverstanden sind, dass wir mit Nasentropfen arbeiten, unterschreiben Sie bitte den unteren Abschnitt der folgenden Seite, damit unser/e tapfere/r Proband/in diesen zum Rhinomanometrie- bzw. Pneumotachygraphie-Termin mitbringen kann.

Was ist Pneumotachygraphie?

Mit der Pneumotachygraphie untersucht man das funktionelle Zusammenspiel von weichem Gaumen und der Nase beim Sprechen. Gemessen werden Ein- und Ausstrom der Luft und deren Druck.

Wie läuft eine Pneumotachygraphieuntersuchung ab?

Für die Untersuchung wird ihr Kind eine Maske tragen, die sich vergleichbar mit einer Beatmungsmaske über Kinn, Nase und Mund legt. Ihr Kind hält diese Maske selbstständig mit den Händen fest, während ein kleines, mit der Maske verbundenes Röhrchen auf dem vorderen Zungenabschnitt liegt. Die Messung erfolgt dann während der Proband einen einfachen Text aus Grimms Märchenbuch und einige phonetisch standardisierte Silbenfolgen vorliest. Die Gesamtdauer des Messvorganges beträgt pro Kind circa 10 Minuten.

Die Untersuchungen werden von Prof. Dr. Künzel im Institut für germanistische Sprachwissenschaft, Fach Phonetik (Wilhelm-Röpke-Straße 6A, Raum 812, 35039 Marburg) durchgeführt. Risiken oder Gefahren sind bei dieser Untersuchung nicht zu erwarten.

Die Untersuchungen finden an zwei unterschiedlichen Tagen im Rahmen unseres Versuchszeitraums statt. Terminliche Absprachen sind diesbezüglich natürlich möglich. Die rhinomanometrischen Messungen finden in den regulären Öffnungszeiten der poliklinischen Abteilung der HNO des UKMG Standort Marburg (Deutschhausstrasse 3, 35037 Marburg) statt. Die Untersuchungen einschließlich der Gabe der Nasentropfen finden in Anwesenheit von Oberärztin Dr. Rudolph bzw. eines Arztes der Poliklinik statt. Hier wird auch nochmals eine eigene ärztliche Aufklärung über mögliche Risiken durchgeführt.

Bitte beachten Sie auch, dass Ihr Kind jederzeit aus der Studie austreten oder diese auf eigenen Wunsch abbrechen kann. **Die Teilnahme an den oben genannten Untersuchungen ist freiwillig!** Ihm/Ihr können dadurch keine Nachteile entstehen.

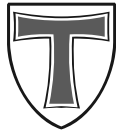
Da wir den Zusammenhang zwischen der äußeren Form der Nase und ihrer Funktion untersuchen, würden wir gerne mit Ihrem Einverständnis Fotos von der Nase und dem Gesicht ihres Kindes machen. Alle Bilder und ermittelten Daten werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt.

Vielleicht kann mit den Ergebnissen, die wir Dank Ihrer Mithilfe erhalten in Zukunft erkrankten Kindern geholfen werden. Ich würde mich sehr freuen, wenn Sie und Ihr Kind unsere Studien-
gruppe durch Ihre freundliche Teilnahme unterstützen würden!

Mit herzlichem Dank im Voraus

Univ.-Prof. Dr. Dr. A. Neff
(Direktor der Klinik und Poliklinik
für MKG-Chirurgie)

Univ.-Prof. Dr. H.J. Künzel
(Institut für germanistische Sprachwissenschaft
Fach Phonetik)



Justus-Liebig-Universität
Gießen

UNIVERSITÄTSKLINIKUM GIESSEN UND MARBURG GMBH



Philipps-Universität
Marburg

Informationsbogen für unsere Probanden

Rhinomanometrie und Pneumotachygraphie, was ist das eigentlich?

Hallo!

Hiermit bitten wir Dich, an einem Versuch teilzunehmen. Damit Du weißt, was Dich erwartet, wollen wir Dir hier auf diesem Blatt erklären, was wir da eigentlich zusammen mit Dir machen wollen.

Rhinomanometrie

Die Rhinomanometrie hilft uns, zu untersuchen, wie gut Du durch die Nase atmen kannst. Hierbei musst Du eigentlich gar nicht viel machen, sondern nur in eine Maske atmen. Dafür steckst Du Dir ein kleines Schaumstoffstückchen vorne in die Nase. In dem Schaumstoff befindet sich ein kleines Röhrchen, das die Luft, die aus Deiner Nase kommt, misst. Das Röhrchen ist mit einer Maske verbunden, die so aussieht wie eine Beatmungsmaske aus dem Rettungswagen, so was kennst Du bestimmt aus dem Fernsehen. Diese Maske hältst Du dir dann über Mund und Nase und fängst an ganz normal zu atmen. Ein Computer zeichnet Deine Atmung auf und druckt uns dann deine Werte aus. Du wirst dreimal im Sitzen und dreimal im Liegen in die Maske atmen. Danach bekommst Du von uns Nasentropfen, damit Deine Nase jetzt auf jeden Fall ganz frei ist. Dann warten wir bis die Nasentropfen sich überall in Deiner Nase verteilt haben und ihre freimachende Wirkung ganz sicher eingesetzt hat. Das dauert etwa 10 Minuten, danach atmest Du noch einmal im Sitzen und im Liegen in die Maske. Damit wir wissen, zu welcher Nase die Werte gehören machen wir dann noch Fotos von Deiner Nase und dann hast Du es schon geschafft! Das Gerät, das deine Atmung messen wird, steht in der Klinik für Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde in der Deutschhausstraße 3. Da kommst Du dann zusammen mit einem Deiner Eltern und einem Deiner Mitschüler oder einer Mitschülerin hin.

Pneumotachygraphie

Das ist eine Methode, mit der man die Luft, die beim Sprechen aus deinem Mund und deiner Nase kommt messen kann. Du bekommst wieder eine Maske, die so aussieht wie eine Beatmungsmaske aus dem Rettungswagen. Hier ist wieder ein kleines Röhrchen mit der Maske verbunden, das Du dir auf die Zunge legst, das merkst du aber fast nicht, es stört kaum beim Sprechen. Zusätzlich setzen wir Dir eine ganz kleine Maske auf die Nase, dann siehst Du beinahe aus wie ein Düsenflieger-Pilot. Das Röhrchen vermisst dann die Luft in Deinem Mund und die Nasenmaske Deine Nasenluft. Wenn alles passt und Du bereit bist, musst Du erst ein paar einfache Silben sagen, die wir Dir vorsprechen und anschließend liest Du uns noch eine Seite von „Der Wolf und die sieben Geißlein“ vor, das Märchen kennst Du vielleicht. Ein Computer zeichnet das Ganze wieder auf. Wenn Du möchtest, sind deine Eltern natürlich bei der Untersuchung dabei. Der Versuch wird nicht lange dauern und Du kommst wieder mit einem oder zwei Deiner Klassenkameraden bei uns vorbei. Jeder von Euch braucht dann ungefähr eine Viertel Stunde und dann ist es schon geschafft!

Wenn Du noch Fragen hast, dann stelle sie uns am besten vor Ort. Wir erklären Dir dann auch gerne noch einmal mit den Geräten wie und was wir genau machen wollen. Solltest Du Dich nicht wohlfühlen und möchtest deshalb die Messungen abbrechen, können wir das jederzeit machen.



Justus-Liebig-Universität
Gießen

UNIVERSITÄTSKLINIKUM GIESSEN UND MARBURG GMBH



Philipps-Universität
Marburg

Pilotstudie Rhinomanometrie und Pneumotachygraphie

Aufklärungsbogen über Otriven gegen Schupfen 0,1% Einmalpipetten

Liebe Eltern!

Bitte lesen Sie sich diesen Bogen aufmerksam durch und kontrollieren Sie, ob bei Ihrem Kind eventuell Reaktionen oder Unverträglichkeiten durch die aufgeführten Wirkstoffe bekannt sind und ob ihr Kind auch keine Gegenanzeigen für die Nasentropfen aufweist.

Bestandteile: - ein ml Lösung enthält Xylometazolin- HCl 1mg
 - gereinigtes Wasser, Sorbitol, Natriumchlorid,
 Natriumhydrogenphosphat 2 H₂O,
 Dinatriumhydrogenphosphat, Natriumedetat

Gegenanzeigen: Zustand nach transphenoidaler Hypophysektomie oder
 anderen operativen Eingriffen, die die Dura mater (harte Hirn-
 haut) freilegen

Anw. beschränkt: Porphyrie

Nebenwirkungen: Häufig: Niesen
 Gelengentl.: Nasenbluten, überempf. Reaktion
 (Angioödem, Hautausschlag, Juckreiz)
 sehr selten: Unruhe, Halluzinationen, Arrhythmien,
 Konvulsionen, wechselw. Blutdrucksteige-
 rung

Quelle: Rote Liste 2008

Einwilligung

Hiermit bestätige ich, dass meinem Sohn/ meiner Tochter-----
im Rahmen der Rhinomanometrie-Messung abschwellende Nasentropfen verabreicht
werden dürfen. Ich habe das Informationsblatt und den Aufklärungsbogen gelesen und
verstanden, alle Fragen wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Außerdem erlaube ich, dass von meinem Kind im Rahmen der wissenschaftlichen Un-
tersuchung Fotos gemacht werden, die ausschließlich zu Studienzwecken verwendet
werden dürfen und stimme zu, dass mein Kind auch an der pneumotachygraphischen
Untersuchung teilnehmen darf.

Ich erkläre hiermit, daß ich meine Einwilligung in Übereinstimmung mit dem zweiten
Sorgeberechtigten erteile.

Datum/Ort

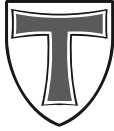
Unterschrift des/der Erziehungsberechtigten

Einwilligung des Kindes

Hiermit erkläre ich meine Zustimmung zur Teilnahme an dem Rhinomanometrie-
Versuch.

Datum/Ort

Unterschrift des Kindes



Fragebogen

Bitte lies dir in Ruhe die Fragen durch und bewerte sie, indem Du die entsprechende Zahl ankreuzt.

1= stimmt genau, 2= stimmt manchmal, 3= kann ich nicht genau sagen, 4= stimmt nicht,
5= stimmt überhaupt nicht

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Das Einatmen durch die Nase fällt mir schwerer als das Ausatmen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Durch meine Nase bekomme ich schlechter Luft als durch den Mund. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Meistens atme ich durch den Mund. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Meine Nase fühlt sich oft verstopft an. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Meine Nasenschleimhäute fühlen sich manchmal trocken an. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Ich habe häufig Schnupfen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Es ist schwerer durch mein linkes Nasenloch zu atmen als durch mein rechtes. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Es ist schwerer durch mein rechtes Nasenloch zu atmen als durch mein linkes. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Beim Spielen und Sport bekomme ich nicht gut Luft durch die Nase. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Beim Schlafen bekomme ich nicht gut Luft durch die Nase. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Mir wurde schon mal gesagt, dass ich schnarche. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Meine akademischen Lehrer im Fachbereich Medizin waren die Damen und Herren:

Aigner	Moll
Barth	Müller
Coca	Mutters
Dibbets	Neff
Feuser	Neumüller
Flores-de-Jacoby	Pieper
Frankenberger	Pancherz
Gente	Ramaswamy
Gloerfeld	Schaudig
Jablonski-Momeni	Sonntag
Knitschke	Stachniss
Lalyko	Steiniger
Lamp	Sesterhenn
Lotzmann	Stoll
Mandrek	Teymortash
Mengel	Weber
Mittag	Wennemuth

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. Andreas Neff, Direktor der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie gebührt mein herzlicher Dank für die Überlassung des Themas, die engagierte und entschlossene Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Untersuchungen und seine zahlreichen „Take Home Messages“ während des Studiums.

Herrn Prof. Dr. Jochen A. Werner, Direktor der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und Oberärztin Frau Dr. Sylvia Heinis danke ich für die Erlaubnis, das Rhinomanometriegerät für meine Untersuchungen benutzen zu dürfen bzw. für die Einweisung in seinen Gebrauch.

Frau Dipl.- Biomathematikerin Hanna Daniel aus dem Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie der Philipps-Universität Marburg danke ich für die statistische Betreuung.

Bei meinen Eltern Ute und Hermann Künzel und meinen Schwestern Friederike und Elisabeth möchte ich mich für die immer anhaltende liebevolle Unterstützung während meines gesamten Werdeganges und für den Zuspruch während der Fertigstellung meiner Dissertation von ganzem Herzen bedanken.

Meinen Marburger, Mainzer und Taunussteiner Freunden und vor allem Dr. Franziska Rößner, Kirsten Baubkus und Dr. Stefanie Grimm danke ich für die freundschaftliche Begleitung und ihren Rückhalt und Herrn Dr. Christian Glänzel für seine Geduld, Ruhe und positive Art.

Last but not least gilt mein Dank gilt auch allen Schulkindern und Patienten, die sich für diese Untersuchung zur Verfügung gestellt haben.

